

明 細 書

虹彩撮像カメラおよび虹彩認証システム

技術分野

- [0001] 本発明は、虹彩の認証を行うために人の虹彩像を撮像する虹彩撮像カメラに関し、特に、合焦距の高い被写体画像を撮像するための虹彩撮像カメラに関する。

背景技術

- [0002] 虹彩認証システムは、虹彩撮像カメラにて人の虹彩を撮像して虹彩像の画像データを生成し、虹彩像の画像データを用いてその虹彩像が予め登録された者の虹彩像と一致するか否かを判断することにより、虹彩の認証を行うシステムである。
- [0003] 虹彩認証システムは、例えば入退室管理システムに用いられる。入退室管理システムでは、ドアの付近に虹彩撮像カメラが設置され、被認証者は、入退室の際に、虹彩撮像カメラに虹彩を撮像させる。入退室管理システムは、虹彩を撮像して得られた画像データから虹彩部分を抽出し、その虹彩像と予め記憶されている登録者の虹彩像とを照合することにより認証を行う。被認証者が登録者として認証されると、入退室管理システムは、ドアの鍵を解錠または施錠する。
- [0004] 虹彩認証システムに用いられるカメラとして、オートフォーカス機能およびオートズーム機能を備えた虹彩撮像カメラが知られている。この虹彩撮像カメラは、ズームレンズおよびフォーカスレンズを含むレンズ群とそのレンズ群の配置を変更するレンズ駆動機構を備えている。そして、制御回路によってレンズ駆動機構を駆動することにより、被認証者の虹彩に焦点が合い、かつ、虹彩部分の像が所定の大きさになるように、被認証者の虹彩を撮像する(例えば、特開2002-94865号公報参照)。
- [0005] 従来の虹彩撮像カメラは、上記のように、オートフォーカス機能およびオートズーム機能を備え、虹彩にピントが合っており、かつ、虹彩部分の像が所定の大きさとなっている虹彩像を撮像するように構成されている。
- [0006] また、オートフォーカス機能を用いずに合焦距の高い虹彩画像を撮像する虹彩撮像カメラとして、被撮像者までの距離を測定すると共に、合焦位置までの距離と被撮像者までの距離との相違に基づいて、虹彩が合焦位置に位置するように被撮像者を

誘導する誘導ガイダンス機能を備えた虹彩撮像カメラが知られている(例えば、特開2003-141517号公報参照)。

発明の開示

- [0007] しかしながら、従来のオートフォーカス機能およびオートズーム機能を備えた虹彩撮像カメラでは、ズームレンズ、レンズ駆動機構およびそれを制御する制御回路が必要であり、機構および回路が複雑になるという問題があった。また、オートフォーカス機能による焦点合わせおよびオートズーム機能による虹彩像の大きさの調整に時間を要し、迅速に虹彩像が撮像できないという問題もあった。
- [0008] また、誘導ガイダンス機能を備えた従来の虹彩撮像カメラでも、被撮像者を誘導するために、被撮像者までの距離を測定する測距センサが必要であり、上記と同様に回路が複雑になるという問題があった。
- [0009] 本発明は、従来の問題を解決するためになされたものであって、機構および回路を複雑とすることなく、虹彩認証のためのピントの合った虹彩像を迅速に撮像できる虹彩撮像カメラを提供することを目的とする。
- [0010] 本発明の虹彩撮像カメラは、虹彩が位置する領域に共通光軸を有すると共に、前記共通光軸から分岐した複数の分岐光軸を有し、複数の分岐光路ごとに前記共通光軸上で互いに異なる複数の合焦範囲を有する撮像光学手段と、前記複数の分岐光路を通して結像された複数の虹彩像の画像データを撮像する撮像手段とを備えている。
- [0011] この構成により、撮像光学手段が共通光軸上で互いに異なる合焦範囲を有しており、複数の合焦範囲のいずれかに虹彩が位置すれば焦点の合った虹彩像が得られるので、オートズーム機能やオートフォーカス機能を備えない簡単な構成で、迅速に虹彩までの距離が広い範囲でピントの合った虹彩像が得られる虹彩撮像カメラを提供できる。
- [0012] また、本発明の虹彩撮像カメラでは、前記撮像光学手段は、前記複数の合焦範囲が隣接し、前記複数の合焦範囲の全領域に虹彩が位置するときに虹彩認証に適した大きさの虹彩像が得られるように構成されている。
- [0013] この構成により、複数の合焦範囲が隣接しており、複数の合焦範囲の全領域に虹

彩が位置するときに虹彩認証に適した大きさの虹彩像が得られるように撮像光学手段が構成されているので、複数の合焦範囲の全領域で、ピントが合っており、かつ、虹彩認証に適した大きさの虹彩像が迅速に得られる。なお、複数の合焦範囲が隣接する場合には、複数の合焦範囲が重なり部分を持ってずれている場合、連続する場合、僅かな隙間を持って離れている場合が含まれる。

[0014] また、本発明の虹彩撮像カメラでは、前記撮像光学手段は、前記複数の分岐光軸が合流する分岐光軸合流部を有し、前記撮像手段は、前記分岐光軸合流部に、前記複数の分岐光路を通して結像された虹彩像の画像データを撮像する撮像素子を有している。

[0015] この構成により、複数の分岐光軸が撮像素子の手前で合流するので、複数の分岐光路ごとに撮像素子を設ける必要がなくなる。

[0016] また、本発明の虹彩撮像カメラは、前記複数の分岐光路を選択的に遮断する遮断手段を備えている。

[0017] この構成により、遮断手段が複数の分岐光路を選択的に遮断するので、遮断手段により遮断された分岐光路以外の分岐光路によって虹彩像が結像されて、撮像手段にて虹彩像の画像データが撮像される。

[0018] また、本発明の虹彩撮像カメラは、反射面の向きを変更可能に保持され、前記反射面の向きを変更することにより、前記複数の分岐光路のいずれかによって虹彩像を結像させるミラーを備えている。

[0019] この構成により、ミラーの反射面の向きが変更されることにより、いずれかの分岐光路によって虹彩像が結像されるので、複数の分岐光路のいずれかを選択的に用いて虹彩像を結像できる。

[0020] また、本発明の虹彩撮像カメラでは、前記撮像手段は、前記複数の分岐光軸上に配置され、前記複数の分岐光路を通して結像された複数の虹彩像の画像データを撮像する複数の撮像素子を有している。

[0021] この構成により、複数の分岐光軸上にそれぞれ撮像素子が設けられているので、撮像素子ごとに分岐光路を通して結像された虹彩像の画像データを得られる。

[0022] また、本発明の虹彩撮像カメラでは、前記撮像手段は、前記複数の分岐光路を通

って結像された複数の虹彩像の画像データを撮像する撮像素子を有し、前記撮像光学手段は、前記複数の虹彩像が前記撮像素子の異なる領域に投影されるように構成されている。

- [0023] この構成により、1つの画像データ中の領域に複数の分岐光路の各々を通して結像された虹彩像が含まれるので、この画像データのいずれかの領域からピントの合った虹彩像を得られる。
- [0024] さらに、本発明の虹彩認証システムは、上記の虹彩撮像カメラと、前記虹彩像の画像データを用いて、虹彩の認証を行う虹彩認証手段とを備えている。
- [0025] この構成により、ピントの合った鮮明な虹彩像の画像データを迅速に得ることができ、虹彩認証手段による虹彩の認証をより正確に行える。
- [0026] 本発明のカメラは、被写体への合焦度特性が異なる複数の撮像モードで撮像された被写体画像を取得する画像取得手段と、前記複数の撮像モードで撮像された被写体画像の合焦度の相違に基づいて、前記被写体までの距離を判定する距離判定手段とを備えている。
- [0027] この構成により、合焦度特性が異なる複数の撮像モードで撮像された被写体画像の合焦度の相違に基づいて被写体までの距離を判定するので、判定された距離を用いて合焦度の高い被写体画像を撮像できる。
- [0028] また、本発明のカメラは、前記被写体が位置する領域に共通光軸を有すると共に、前記共通光軸から分岐した複数の分岐光軸を有し、前記複数の分岐光軸のそれぞれの分岐光路ごとに前記共通軸上で互いに異なる複数の合焦範囲を有する撮像光学手段を備えている。そして、前記複数の撮像モードは、前記複数の分岐光路を通して被写体像を結像させて、前記被写体画像を撮像する撮像モードである。
- [0029] この構成により、撮像光学手段が共通光軸上で互いに異なる合焦範囲を有しているので、被写体が複数の合焦範囲のいずれかに位置すればピントの合った被写体画像が得られ、被写体までの距離が広い範囲でピントの合った被写体画像が得られる。
- [0030] また、本発明の虹彩撮像カメラは、虹彩への合焦度特性が異なる複数の撮像モードで撮像された虹彩画像を取得する虹彩画像取得手段と、前記複数の撮像モードで

取得された虹彩画像の合焦度の相違に基づいて、前記複数の撮像モードの各々の前記合焦度特性に対応する複数の合焦範囲の少なくとも1つの中に前記虹彩が入るように被撮像者を誘導する誘導手段とを備えている。

[0031] この構成により、虹彩への合焦度特性が異なる複数の撮像モードで撮像された複数の虹彩画像の合焦度の相違に基づいて、複数の合焦範囲の少なくとも1つの中に入るように被撮像者を誘導するので、合焦度の高い虹彩画像が得られる。

[0032] さらに、本発明の虹彩撮像カメラでは、前記複数の合焦範囲は、隣接して前後に異なっている。そして、前記誘導手段は、前記虹彩が前記複数の合焦範囲のいずれにも入っていない場所であって、本装置から手前側の合焦範囲に対応する撮像モードにて撮像された第1の虹彩画像の合焦度が奥側の合焦範囲に対応する撮像モードにて撮像された第2の虹彩画像の合焦度よりも高いときには、被撮像者を遠ざけるように誘導し、前記第2の虹彩画像の合焦度が前記第1の虹彩画像の合焦度よりも高いときには、被撮像者を近づけるように誘導する。

[0033] この構成により、複数の撮像モードで撮像された複数の虹彩画像の合焦度の相違に基づいて、被撮像者を遠ざけまたは近づけるように誘導し、複数の合焦範囲の少なくとも1つの中に入るように被撮像者を誘導できる。なお、隣接して前後に異なった複数の合焦範囲は、互いに重なっていても、重なっていなくてもよい。

[0034] さらに、本発明の虹彩撮像カメラでは、前記誘導手段は、表示および音声の少なくとも一方により前記被撮像者を誘導する。

[0035] この構成により、表示および音声の少なくとも一方の誘導ガイダンスにより被撮像者を誘導できる。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]図1は、本発明の第1の実施の形態における虹彩認証システムの構成図

[図2]図2は、本発明の第1の実施の形態における合焦範囲のずれの量を説明する図

[図3A]図3Aは、本発明の第1の実施の形態における虹彩像の像倍率を説明する図

[図3B]図3Bは、本発明の第1の実施の形態において虹彩が合焦範囲の最遠端にあるときの虹彩像を示す図

[図3C]図3Cは、本発明の第1の実施の形態において虹彩が合焦範囲の最近端にあるときの虹彩像を示す図

[図4]図4は、本発明の第1の実施の形態における虹彩認証システムの動作説明のためのフロー図

[図5]図5は、本発明の第2の実施の形態における虹彩認証システムの構成図

[図6]図6は、本発明の第2の実施の形態における虹彩認証システムの構成図

[図7]図7は、本発明の第2の実施の形態における虹彩認証システムの動作説明のためのフロー図

[図8]図8は、本発明の第3の実施の形態における虹彩認証システムの構成図

[図9]図9は、本発明の第3の実施の形態における虹彩認証システムの動作説明のためのフロー図

[図10]図10は、本発明の第4の実施の形態における虹彩認証システムの構成図

[図11]図11は、本発明の第4の実施の形態における虹彩認証システムの動作説明のためのフロー図

[図12]図12は、本発明の第5の実施の形態における虹彩認証システムの構成図

[図13]図13は、本発明の第5の実施の形態における虹彩認証システムにて生成される画像データを示す図

[図14]図14は、本発明の第5の実施の形態における虹彩認証システムの動作説明のためのフロー図

[図15]図15は、本発明の第6の実施の形態における虹彩認証装置の構成図

[図16]図16は、本発明の第7の実施の形態における虹彩認証システムの構成図

[図17]図17は、本発明の第7の実施の形態における第1および第2の撮像モードの合焦度特性を示す図

[図18]図18は、本発明の第7の実施の形態における誘導ガイダンス部の構成図

[図19]図19は、本発明の第7の実施の形態における虹彩認証システムの動作説明のためのフロー図

[図20]図20は、本発明の第8の実施の形態における虹彩認証システムの構成図

[図21]図21は、本発明の第8の実施の形態における虹彩認証システムの構成図

[図22]図22は、本発明の第9の実施の形態における虹彩認証システムの構成図

[図23]図23は、本発明の第9の実施の形態における虹彩認証システムの動作説明のためのフロー図

[図24]図24は、本発明の第10の実施の形態における虹彩認証システムの構成図

[図25]図25は、本発明の第11の実施の形態における虹彩認証システムの構成図

[図26]図26は、本発明の第11の実施の形態における虹彩認証システムの動作説明のためのフロー図

発明を実施するための最良の形態

[0037] 以下、本発明の実施の形態の虹彩撮像カメラおよびそれを備えた虹彩認証システムについて、図面を用いて説明する。

[0038] (第1の実施の形態)

本発明の第1の実施の形態の虹彩認証システムを図1に示す。図1において、虹彩認証システム1は、虹彩撮像カメラ100および虹彩認証装置60を備えている。虹彩撮像カメラ100は、撮像光学系110、撮像素子12、画像処理部13、遮蔽板14、15および切替部16を備えている。撮像光学系110は、2つのハーフミラー111、112、2つのミラー113、114およびレンズ群115からなる。レンズ群115は、各レンズが固定された単焦点のレンズ群である。レンズ群115は、深さLの合焦範囲を持っている。

[0039] ハーフミラー111、112は、レンズ群115の光軸の延長上に配置されている。ハーフミラー111は、被写体側からの入射光の一部を下方に反射させる向きに保持されており、ハーフミラー112は、下方からの入射光の一部をレンズ群115の方向に反射させる向きに保持されている。

[0040] ミラー113は、ハーフミラー111からの反射光が入射する位置、すなわちハーフミラー111の下方に配置され、ハーフミラー111からの反射光をレンズ群115の光軸と平行な方向に反射する向きに保持されている。ミラー114は、ハーフミラー111およびミラー113を反射した光が入射する位置、すなわち、ミラー113と同じ高さの位置に配置され、ミラー113からの反射光を上方に反射させる向きに保持されている。

[0041] 上記の構成により、撮像光学系110では、ハーフミラー111、ハーフミラー112およびレンズ群115によって第1の分岐光学系が構成されており、ハーフミラー111、ミラ

ー113、ミラー114、ハーフミラー112およびレンズ群115によって第2の分岐光学系が構成されている。以下では、第1および第2の分岐光学系の光軸を第1および第2の分岐光軸という。撮像光学系110は、被写体が存在する領域、すなわち虹彩撮像カメラ1の外部で共通光軸を有しており、この共通光軸は、分岐点であるハーフミラー111で第1および第2の分岐光軸に分岐している。そして、第1および第2の分岐光軸は合流点(分岐光軸合流部)であるハーフミラー112で合流している。以下では、第1および第2の分岐光軸に沿う光路を第1および第2の分岐光路という。

[0042] 第1の分岐光学系は、共通光軸上に位置する虹彩からの光が、ハーフミラー111およびハーフミラー112を透過して、レンズ群115に入射するという第1の分岐光路を通して撮像素子12の撮像面で結像するように構成されている。また、第2の分岐光学系は、共通光軸上に位置する虹彩からの光が、ハーフミラー111、ミラー113、ミラー114、ハーフミラー112を順に反射して、レンズ群115に入射するという第2の分岐光路を通して撮像素子12の撮像面で結像するように構成されている。

[0043] このように、第1の分岐光路と第2の分岐光路とは、その長さが異なっているので、被写体である虹彩からの光が第1の分岐光路を通る場合の合焦範囲17と、虹彩からの光が第2の分岐光路を通る場合の合焦範囲18とは、共通光軸上で互いにずれている。

[0044] 図2は、合焦範囲のずれの量を説明する図である。ハーフミラー111からハーフミラー112までの距離をL1とし、ハーフミラー111からミラー113までの距離をL2、ミラー113からミラー114までの距離をL3、ミラー114からハーフミラー112までの距離をL4とすると、第1の分岐光路と第2の分岐光路との光路長の差分Ldは、

$$Ld = (L2 + L3 + L4) - L1$$

となる。そして、この差分Ldが、第1の分岐光路の合焦範囲17および第2の分岐光路の合焦範囲18の共通光軸上でのずれ量となる。

[0045] 本実施の形態では、光路長の差分Ldが合焦範囲の深さLよりも小さくなるように第1および第2の分岐光学系が構成されている。したがって、両合焦範囲は(L-Ld)だけ互いに重なっている。これにより、第1の分岐光路の合焦範囲17と第2の分岐光路の合焦範囲18とを合わせた拡大合焦範囲の深さL0は、

$$L0=L+Ld=L+L2+L3+L4-L1$$

となる。したがって、被写体である虹彩がこの深さ $L0$ の拡大合焦範囲内にあれば、少なくとも一方の光路によって焦点の合った虹彩像が撮像素子12の撮像面で結像される。

[0046] また、本実施の形態では、合焦範囲の深さ L は、その範囲内にある虹彩の像が虹彩認証に適した所定の大きさになるように設定されている。

[0047] 図3A～図3Cは、レンズ群115にて結像された虹彩像の像倍率(画像サイズ)を説明する図である。図3Aに示されるように、 $L5$ 、 $L6$ 、 $a1$ 、 $a2$ 、 $b1$ および $b2$ を以下のように定義する。

$L5$: 撮像面から第1の分岐光路の合焦範囲17の中心までの撮像距離

$L6$: 撮像面から第2の分岐光路の合焦範囲18の中心までの撮像距離

$a1$: 撮像面から第1の分岐光路の合焦範囲17の最遠端までの撮像距離

$a2$: 撮像面から第2の分岐光路の合焦範囲18の最遠端までの撮像距離

$b1$: 撮像面から第1の分岐光路の合焦範囲17の最近端までの撮像距離

$b2$: 撮像面から第2の分岐光路の合焦範囲18の最近端までの撮像距離

[0048] 被写体である虹彩が撮像面から $a1$ の撮像距離にあるときに、第1の分岐光路を通して撮像面で結像する虹彩像の大きさを A とすると(図3B参照)、虹彩が撮像面から $L5$ の撮像距離にあるときに、第1の分岐光路を通して撮像面で結像する虹彩像の大きさは、 $A \times (a1/L5)$ となり、虹彩が撮像面から $b1$ の撮像距離にあるときに、第1の分岐光路を通して撮像面で結像する虹彩像の大きさ B (図3C参照)は、 $B = A \times (a1/b1)$ となる。

[0049] このように、第1の分岐光路の合焦範囲17の最遠端にある虹彩の虹彩像の大きさを基準とすると、虹彩像の大きさは、第1の分岐光学系の合焦範囲17内で、基準の大きさの1倍から $a1/b1$ 倍までの範囲をとる。この虹彩像の大きさが、後述する認証処理に適した大きさになるように、 $a1$ および $b1$ が設定される。これらの値は、レンズ群115の設計にて設定される。

[0050] 本実施の形態では、第1の分岐光路および第2の分岐光路中にレンズを含まないため、撮像面から第1の分岐光路の合焦範囲17の中心までの撮像距離 $L5$ と撮像面

から第2の分岐光路の合焦範囲18の中心までの撮像距離 L_6 、撮像面から第1の分岐光路の合焦範囲17の最遠端までの撮像距離 a_1 と撮像面から第2の分岐光路の合焦範囲18の最遠端までの撮像距離 a_2 および撮像面から第1の分岐光路の合焦範囲17の最近端までの撮像距離 b_1 と撮像面から第2の分岐光路の合焦範囲18の最近端までの撮像距離 b_2 は、それぞれ等しい。すなわち、 $L_5=L_6$ 、 $a_1=a_2$ 、 $b_1=b_2$ である。

- [0051] したがって、第1の分岐光路を通して撮像面で結像する虹彩像の大きさを A とすると(図3B参照)、虹彩が撮像面から a_2 の撮像距離にあるときに、第2の分岐光路を通して撮像面で結像する虹彩像の大きさは A となり、虹彩が撮像面から L_6 の撮像距離にあるときに、第2の分岐光路を通して撮像面で結像する虹彩像の大きさは、 $A \times (a_2 / L_6) = A \times (a_1 / L_5)$ となり、虹彩が撮像面から b_2 の撮像距離にあるときに、第2の分岐光路を通して撮像面で結像する虹彩像の大きさは、 $A \times (a_2 / b_2) = A \times (a_1 / b_1) = B$ となる。
- [0052] したがって、レンズ群115の設計にて、第1の分岐光路の合焦範囲について A および B の大きさが虹彩認証に適した大きさになるように、 a_1 および b_1 を設定すれば、虹彩が第2の分岐光路の合焦範囲にあるときも、虹彩からの光を第2の分岐光路を通して結像することにより虹彩認証に適した大きさの虹彩像を得ることができる。
- [0053] 図1に戻って、遮蔽板14は、第1の分岐光軸上に配置されており、遮蔽板15は、第2の分岐光軸上に配置されている。遮蔽板14および15は、図示しない駆動機構によって駆動され、分岐光路を遮断する位置(遮断位置)および分岐光路を遮断しない位置(退避位置)の間を移動する。切替部16は、後述する虹彩認証装置60の切替制御部65からの切替制御信号に基づいて、遮蔽板14および15の移動を制御する機能を有している。切替部16は、遮蔽板14および15の一方が遮断位置にある場合に、他方が退避位置になるように、すなわち、一方の遮蔽板のみが分岐光路を遮断するように、両遮蔽板の移動を制御する。
- [0054] 撮像素子12は、レンズ群115によって結像された虹彩像を電気信号に変換する固体撮像素子からなる。画像処理部13は、撮像素子12から出力される電気信号に対してA/D変換等の処理を行い、虹彩像の画像データを生成する機能を有している

- 。
- [0055] 虹彩認証システム1の虹彩認証装置60は、画像キャプチャ部61、虹彩認証処理部62、虹彩データベース63、認証結果出力部64および切替制御部65を備えている。画像キャプチャ部61は、虹彩撮像カメラ100にて生成された虹彩像の画像データを虹彩認証用の画像データとして取り込み、虹彩認証処理部62に出力する機能を有している。虹彩データベース63には、登録者の虹彩像の画像データが格納されている。
- [0056] 虹彩認証処理部62は、画像キャプチャ部61より出力された虹彩認証用の画像データに含まれる虹彩部分を抽出して、虹彩データベース63に格納されている虹彩画像と照合することにより虹彩の認証を行い、認証結果を認証結果出力部64に出力する機能を有している。認証結果出力部64は、認証結果に基づいて、認証結果信号（認証成功信号または認証不成功信号）を出力する。この認証結果信号は、虹彩認証システム1が例えば入退室管理システムに用いられる場合には、ドアの鍵を解錠または施錠する制御信号となる。また、虹彩認証装置60にモニタ等の報知装置をつけて、被認証者に認証結果を通知する場合には、認証結果信号は認証結果の報知信号として用いられる。
- [0057] 虹彩認証処理部62は、また、認証結果が認証不成功であった場合には、その結果を切替制御部65に出力する機能を有している。切替制御部65は、虹彩認証処理部62より虹彩部分の認証不成功の結果を受けると、虹彩撮像カメラ100の切替部16に対して、光路を切り替えるための切替制御信号を出力する機能を有している。
- [0058] 以上のように構成された虹彩認証システム1について、図4を用いてその動作を説明する。まず、切替部16により遮蔽板14および15を移動させて、遮蔽板14を退避位置に設定し、遮蔽板15を遮断位置に設定する（ステップS41）。この状態では、被写体である虹彩からの光は、ハーフミラー111を透過し、さらに、ハーフミラー112も透過して、レンズ群115に入射し、虹彩像が結像されて撮像素子12の撮像面に投影される。すなわち、虹彩像は、第1の分岐光路を通して結像される。そして、ハーフミラー111にて反射した光は、ミラー113、114を順に反射して、遮蔽板15にて遮られて、ハーフミラー112には達しない。第1の分岐光路を通して結像された虹彩像は、

撮像素子12にて電気信号に変換され、画像処理部13にて虹彩像の画像データが生成される。

[0059] 次に、虹彩認証装置60の画像キャプチャ部61は、画像処理部13にて生成された画像データを虹彩認証用の画像データとして取り込んで、虹彩認証処理部62に出力する(ステップS42)。虹彩認証処理部62は、画像キャプチャ部61より出力された画像データの中から虹彩部分を抽出して、虹彩データベース63に格納されている虹彩画像との照合を行うことにより、認証を行う(ステップS43)。ここで、虹彩が第1の分岐光路の合焦範囲17内にあり、かつ、その虹彩が虹彩データベース63に登録されていれば、認証が成功する。認証が成功すると(ステップS43でYES)、虹彩認証処理部62は、その認証結果を認証結果出力部64に出力する。認証結果出力部64は、認証成功の結果を受けて、認証成功信号を出力し(ステップS44)、処理が終了する。

[0060] 一方、認証が不成功であった場合には(ステップS43でNO)、虹彩認証処理部62は、認証不成功の結果を切替制御部65に出力する。切替制御部65は、虹彩撮像カメラ100の切替部16に切替制御信号を出力する。そして、切替部16により遮蔽板14および15を移動させて、遮蔽板14を遮断位置に設定し、遮蔽板15を退避位置に設定する(ステップS45)。この状態では、虹彩からの光は第2の分岐光路を通り、撮像素子12に虹彩像が結像される。すなわち、虹彩からの光は、ハーフミラー111、ミラー113、ミラー114およびミラー112を順に反射して、レンズ群115に入射し、虹彩像が撮像素子12の撮像面上に投影される。そして、撮像素子12は、この虹彩像を光電変換し、画像処理部13にて画像データが生成される。画像キャプチャ部61は、この画像データを取り込んで虹彩認証処理部62に出力する(ステップS46)。

[0061] 虹彩認証処理部62は、ステップS43と同様にして認証処理を行う(ステップS47)。この認証処理では、虹彩が第2の分岐光路の合焦範囲18内にあり、かつ、その虹彩が虹彩データベース63に登録されていれば、認証が成功する。認証が成功すると(ステップS47でYES)、その認証結果を認証結果出力部64に出力する。そして、認証結果出力部64が認証成功信号を出力して(ステップS44)、処理が終了する。

[0062] 第2の分岐光路を通して結像された虹彩像による認証も不成功となると(ステップS

47でNO)、処理の開始から所定の制限時間が経過したかを判断する(ステップS48)。そして、制限時間を未だ経過していない場合には(ステップS48でNO)、再度、第1の分岐光学系を用いて虹彩像を撮像するために、ステップS41に戻って上記の処理を繰り返す。認証が成功しないまま制限時間を経過した場合には(ステップS48でYES)、認証処理部62は、認証不成功の結果を認証結果出力部64に出力する。そして、認証結果出力部64が、認証不成功信号を出力して(ステップS49)、処理が終了する。

[0063] なお、上記の処理で、画像キャプチャ部61がステップS42およびステップS46で画像処理部13から複数の画像データを取り込み、虹彩認証処理部62がステップS43およびステップS47で複数の画像データについて認証処理を行ってもよい。この場合、いずれかの画像データで認証が成功すれば、ステップS44に移行して、認証結果出力部64より認証成功信号が出力される。

[0064] このような本発明の第1の実施の形態の虹彩認証システム1によれば、虹彩撮像カメラ100の撮像光学系110にて第1および第2の分岐光学系が構成され、それぞれの光路ごとに共通光軸での合焦範囲がずれているので、被認証者の虹彩が第1および第2の分岐光学系のいずれかの合焦範囲に入っていればピントの合った鮮明な虹彩像を得ることができる。これにより、被認証者にとっては、ピントの合った虹彩像を撮像できる範囲が広がり、被認証者を煩わすことなく、迅速な認証処理が可能となる。

[0065] また、虹彩撮像カメラ100では、撮像光学系が第1および第2の分岐光路を通して虹彩像を結像させる構成によって合焦範囲が拡大されているので、ズームレンズおよびオートフォーカス機能やオートズーム機能を備える必要がなく、コストを低減できる。

[0066] また、撮像光学系110では、第1および第2の分岐光軸がレンズ群115の手前で合流するので、第1および第2の分岐光軸に対応させて複数の撮像素子を設ける必要がなく、コストを低減できる。

[0067] さらに、撮像光学系110では、第1および第2の分岐光路のそれぞれの合焦範囲17、18が、重なり部分をもってずれるように構成されているので、連続的な拡大合焦範囲が実現され、この拡大合焦範囲内の全領域に位置する虹彩について、ピントの

あった虹彩像を得られる。なお、両合焦範囲17、18が重なることなく連続していても連続的な拡大合焦範囲が実現されることはもちろんである。また、両合焦範囲17、18の間に極めて狭い隙間があったとしても、実質的に連続的な拡大合焦範囲が実現され、上記の効果をえられる。すなわち、第1および第2の分岐光路のそれぞれの合焦範囲17、18が隣接していれば、上記の効果をえられる。

[0068] (第2の実施の形態)

次に、本発明の第2の実施の形態の虹彩認証システムを図5に示す。図5において、虹彩認証システムが虹彩撮像カメラおよび虹彩認証装置を備えており、虹彩撮像カメラが撮像光学系、撮像素子、画像処理部および切替部を備えている点は、第1の実施の形態と同様である。また、虹彩認証装置は、第1の実施の形態と同じである。以下では、本実施の形態にて第1の実施の形態と同様の構成については、説明を省略する。

[0069] 虹彩撮像カメラ20の撮像光学系21は、ハーフミラー211、ミラー213および214、回動ミラー216およびレンズ群215からなる。虹彩撮像カメラ20は、回動ミラー216が固定された支軸27および支軸27を回動させるモータ28を備えている。そして、本実施の形態では、ハーフミラー211およびレンズ群215によって第1の分岐光学系が構成され、ハーフミラー211、ミラー213、ミラー214、回動ミラー216およびレンズ群215によって第2の分岐光学系が構成される。

[0070] 回動ミラー216は、第1および第2の分岐光学系の光軸の合流点付近に設けられている。回動ミラー216は、回動による角度の変更によって、第1の分岐光路または第2の分岐光路を選択的に有効化する。

[0071] 図5は、回動ミラー216によって第1の分岐光学系による第1の分岐光路が有効化されている状態を示している。この状態では、回動ミラー216は、第1の分岐光路を遮断しない位置に退避させられているので、虹彩からの光は、第1の分岐光路、すなわちハーフミラー211およびレンズ群215を通過して、撮像素子22に投射される。そして、第2の分岐光路を進行してきた光は、回動ミラー216の反射面によって、レンズ群215に向かう方向とは異なる方向に反射する。したがって、この光がレンズ群215を通過して撮像素子22に達することはない。

- [0072] 図6は、第2の分岐光路が有効化された状態を示す図である。この状態では、虹彩からの光は、第2の分岐光路、すなわちハーフミラー211、ミラー312、ミラー214を反射して第1および第2の分岐光軸の合流点で回動ミラー216の反射面で反射して、レンズ群215に入射し、撮像素子22に投射される。そして、第1の分岐光路を進行してきた光は、回動ミラー216の背面で遮られ、レンズ群215に入射することはない。
- [0073] このように、回動ミラー216は、第1の分岐光路を有効化する角度(第1光路有効化角度)および第2の分岐光路を有効化する角度(第2光路有効化角度)の間で回動する。この回動動作は、切替部26がモータ28を制御することにより行われる。切替部26は、虹彩認証装置60の切替制御部65からの切替制御信号を受けて、この切替制御信号に基づいてモータ28を制御する。
- [0074] なお、本実施の形態では、図6に示されるように回動ミラー216が第2光路有効化角度にあるときに、回動ミラー216の角度をわずかに変更して複数回の撮像を行ってもよい。これにより、上下にずれた範囲を撮像でき、虹彩撮像が可能な範囲を上下方向に拡大できる。
- [0075] 以上のように構成された虹彩認証システム2について、図7を用いてその動作を説明する。まず、切替部16によりモータ28を駆動して、回動ミラー216を図5に示す第1光路有効角度に設定し、第1の分岐光路を有効化する(ステップS71)。そして、第1の分岐光路を通して結像された虹彩像は、撮像素子22にて光電変換され、画像処理部23にて画像データが生成される。虹彩認証装置60の画像キャプチャ部61は、この画像データを取り込んで、虹彩認証処理部62に出力する(ステップS72)。
- [0076] 虹彩認証処理部62は、画像キャプチャ部61から出力された画像データを用いて第1の実施の形態と同様にして認証処理を行う(ステップS73)。そして、認証が成功すると(ステップS73でYES)、虹彩認証処理部62は、その認証結果を認証結果出力部64に出力する。認証結果出力部64は、認証成功の結果を受けて、認証成功信号を出力し(ステップS74)、処理が終了する。
- [0077] 認証が不成功であった場合には(ステップS73でNO)、虹彩認証処理部62は、認証不成功の結果を切替制御部65に出力する。そして、切替制御部65は、虹彩撮像カメラ100の切替部16に切替制御信号を出力する。切替部26は、この切替制御信

号に基づいて、図6に示されるように、回動ミラー216を第2光路有効化角度に設定する(ステップS75)。この状態で、虹彩からの光は第2の分岐光路を通して結像されて撮像素子12に虹彩像が投影される。そして、画像処理部23にて画像データが生成される。

[0078] 画像キャプチャ部61は、この画像データを取り込んで、虹彩認証処理部62に出力する(ステップS76)。虹彩認証処理部62は、この画像データを用いて認証処理を行い(ステップS77)、認証が成功した場合には、その結果を認証結果出力部64に出力する。そして、認証結果出力部64が認証成功信号を出力して(ステップS74)、処理が終了する。

[0079] ステップS77での認証も不成功となった場合には(ステップS77でNO)、制限時間が経過したかを判断し(ステップS78)、制限時間内であれば(ステップS78でNO)、ステップS71に戻って上記の処理を繰り返す。認証が成功しないまま制限時間が経過した場合には(ステップS78でYES)、虹彩認証処理部62は、認証結果出力部64にその結果を出力する。そして、認証結果出力部64が認証不成功信号を出力して(ステップS79)、処理が終了する。

[0080] このような本発明の第2の実施の形態の虹彩認証システム2によれば、第1の実施の形態の虹彩認証システム1と同様の効果を得られる。本実施の形態ではさらに、被写体である虹彩からの光が、第1の分岐光路を通る場合にも、第2の分岐光路を通る場合にも、ハーフミラーを一度しか通過しないため、第1の実施の形態と比較して光の損失が少ない点で有利である。

[0081] また、本実施の形態の虹彩撮像カメラ20では、回動ミラー26にて第2の分岐光路を有効化するとき、その回動ミラー26の背面にて第1の分岐光路を進行する光を遮るので、第1の分岐光路を遮断する手段を別途設ける必要がなく、構成が簡単である。

[0082] さらに、本実施の形態の虹彩撮像カメラ20にて、上述したように、回動ミラー216を第2光路有効化角度の前後にわずかにずらすことにより、カメラの画角を上下方向にずらすことができ、虹彩撮像が可能な範囲を上下方向に拡大できる。

[0083] (第3の実施の形態)

次に、本発明の第3の実施の形態の虹彩認証システム3を図8に示す。図8において、本実施の形態の虹彩認証システムが虹彩撮像カメラおよび虹彩認証装置を備えている点は、第1の実施の形態と同様である。図8に示されるように、本実施の形態の虹彩撮像カメラ30は、撮像光学系31、第1の撮像素子321、第2の撮像素子322、第1の画像処理部331および第2の画像処理部332を備えている。

[0084] 撮像光学系31は、ハーフミラー311、ミラー312、第1のレンズ群313および第2のレンズ群314からなる。ハーフミラー311は、第1のレンズ群313の光軸の延長上に配置されており、被写体側からの入射光の一部を上方に反射させる向きに保持されている。ミラー312は、第2のレンズ群314の光軸の延長上であって、かつハーフミラー311の上方の位置に配置されており、ハーフミラー311からの反射光を第2のレンズ群314に向けて反射する向きに保持されている。

[0085] ハーフミラー311、ミラー312、第1および第2のレンズ群313および314は、ハーフミラー311と第1のレンズ群313との間の距離およびミラー312と第2のレンズ群314との間の距離が等しくなるように配置されている。第1および第2のレンズ群313および314は、互いに同じ構成である。

[0086] 本実施の形態では、ハーフミラー311および第1のレンズ群313によって第1の分岐光学系が構成され、ハーフミラー311、ミラー312および第2のレンズ群314によって第2の分岐光学系が構成される。そして、ハーフミラー311の位置が両分岐光学系の光軸の分岐点となる。撮像光学系31は、両分岐光学系の光軸を分岐点から被写体側に共通光軸を有している。

[0087] 上記のように、本実施の形態の撮像光学系31では、第1および第2のレンズ群313および314の構成が同じであるので、第1および第2の分岐光路の合焦範囲17、18のずれは、撮像光学系31内での第1の分岐光路と第2の分岐光路との長さの差分 L_d と等しくなる。そして、本実施の形態では、ハーフミラー311と第1のレンズ群313との間の距離およびミラー312と第2のレンズ群314との間の距離が等しいので、両分岐光路の長さの差分 L_d は、すなわちハーフミラー311とミラー312の間の距離である。本実施の形態では、第1および第2の分岐光学系の合焦範囲の深さを L としたときに、 $L_d=L$ となるように撮像光学系31を設計することにより、第1の分岐光路の合焦

範囲と第2の分岐光路の合焦範囲とが連続し、拡大合焦範囲の全領域でいずれかの分岐光学系によりピントが合うようにしている。

- [0088] このような撮像光学系31の構成により、第1の分岐光学系によって第1の撮像素子321に虹彩像が投影されるのと同時に、第2の分岐光学系によって第2の撮像素子322にも虹彩像が投影される。第1の撮像素子321および第2の撮像素子322は、投影された虹彩像を光電変換して電気信号を出力する。そして、第1の画像処理部331および第2の画像処理部332は、それぞれ第1の撮像素子321および第2の撮像素子322から出力された電気信号にA/D変換等の処理をして、画像データを生成する。
- [0089] 虹彩認証装置70は、合焦判定部76、セクタ77、画像キャプチャ部71、虹彩認証処理部72、虹彩データベース73および認証結果出力部74を備えている。合焦判定部76は、虹彩撮像カメラ30の2つの画像処理部331および332の両方に接続されている。そして、合焦判定部76は、画像処理部331および332の各々から出力された画像データの合焦度を検出して、いずれの画像データがピントの合った画像であるかを判定し、判定結果をセクタ77に出力する機能を有している。合焦判定部76は、合焦度検出のために、画像データをフーリエ変換により空間周波数に変換する。そして、所定のスペクトル成分の積分値を合焦度とし、合焦度としきい値とを比較することにより合焦判定を行う。
- [0090] セクタ77も虹彩撮像カメラ30の2つの画像処理部331および332の両方に接続されており、両画像処理部331および332から画像データが入力される。セクタ77は、合焦判定部76から出力された合焦判定の結果に従って、ピントが合っている方の画像データを画像キャプチャ部71に出力する機能を有している。
- [0091] 画像キャプチャ部71は、セクタ77によって選択されたピントの合った画像データを虹彩認証用の画像データとして取り込んで、虹彩認証処理部72に出力する機能を有している。虹彩データベース73には、登録者の虹彩画像が格納されている。虹彩認証処理部72は、画像キャプチャ部71から出力された画像データを用いて、第1の実施の形態と同様に、画像データ中の虹彩部分と虹彩データベース73に格納された虹彩画像と照合することにより認証処理を行う機能を有している。認証結果出力

部74も第1の実施の形態と同様に、認証結果信号を出力する機能を有している。

- [0092] 以上のように構成された虹彩認証システム3について、図9を用いてその動作を説明する。画像処理部331および332は、それぞれ合焦判定部76に画像データを出力する。そして、合焦判定部76は、まず、画像処理部331から出力された画像データ(第1の画像データ)の合焦度を検出する(ステップS91)。そして、合焦判定部76は、合焦判定を行い(ステップS92)、画像処理部331から出力された画像データがしきい値以上の合焦度を有するときには(ステップS92にてYES)、この画像データを選択すべきであることを示す判定結果をセレクタ77に出力する(ステップS93)。
- [0093] 一方、ステップS92の合焦判定にて画像データの合焦度がしきい値よりも低いときには(ステップS92でNO)、画像処理部332から出力された画像データ(第2の画像データ)の合焦度を検出する(ステップS94)。そして、合焦判定部76は、この画像データの合焦判定を行い(ステップS95)、合焦度がしきい値以上であるときには(ステップS95でYES)、この画像データを選択すべきであることを示す判定結果をセレクタ77に出力する(ステップS96)。合焦度がしきい値より低いときには(ステップS95でNO)、ステップS91に戻って、画像処理部331および画像処理部332から出力された別の画像データを用いて、合焦判定を繰り返す。
- [0094] ステップS93またはステップS96で画像データが選択されると、画像キャプチャ部71は、選択された画像データをセレクタ77から取り込んで、虹彩認証用の画像データとして虹彩認証処理部72に出力する(ステップS97)。虹彩認証処理部72は、画像キャプチャ部71から出力された画像データを用いて認証処理を行う(ステップS98)。そして、認証が成功したか否かを判断し(ステップS99)、認証が成功した場合には(ステップS99にてYES)、虹彩認証処理部72から認証結果出力部74にその結果を出力する。そして、認証結果出力部74が認証成功信号を出力して(ステップS100)、処理が終了する。
- [0095] 一方、虹彩認証処理部72にて認証が不成功となると(ステップS99にてNO)、処理の開始から所定の制限時間が経過したかを判断し(ステップS101)、未だ制限時間を経過していないときには(ステップS101でNO)、ステップS91に戻って、合焦判定を繰り返す。認証が成功しないまま制限時間が経過したときは(ステップS101にて

YES)、認証処理部72は、認証不成功の結果を認証結果出力部74に出力する。そして、認証結果出力部74が認証不成功信号を出力して(ステップS102)、処理が終了する。

[0096] このような本発明の第3の実施の形態の虹彩認証システム3でも、第1の実施の形態と同様に、虹彩撮像カメラ30の撮像光学系31に、共通光軸での合焦範囲が互いにずれた第1および第2の分岐光学系を設けて、それぞれの分岐光路を通った光を結像させて虹彩像の画像データを生成するので、被認証者の虹彩が第1および第2の分岐光路のいずれかの合焦範囲に入っていれば、第1および第2のいずれかの画像データがピントの合った画像となる。すなわち、ピントの合った虹彩像を撮像できる範囲が広がり、撮像された虹彩像のボケによって認証が不成功となる可能性が低減する。これにより、迅速な認証処理が可能となる。

[0097] また、本実施の形態の虹彩認証装置70では、合焦判定部76およびセクタ77によって、第1および第2の分岐光学系を通して撮像され画像データの中から焦点の合った画像データを予め選択した上で、虹彩認証処理部72にて認証処理を行う。この構成により、画像のピントボケによって認証不成功となるような認証処理は行われないので、認証結果信号を得るまでの所要時間を短くできる。

[0098] (第4の実施の形態)

次に、本発明の第4の実施の形態の虹彩認証システム4を図10に示す。図10において、虹彩認証システム4は、第1の実施の形態と同様に、虹彩撮像カメラおよび虹彩認証装置を備えている。本実施の形態の虹彩撮像カメラ40は、撮像光学系41、第1の撮像素子421、第2の撮像素子422、第1の画像処理部431および第2の画像処理部432を備えている。

[0099] 撮像光学系41は、ハーフミラー411、第1のレンズ群412および第2のレンズ群413からなる。第1のレンズ群412および第2のレンズ群413は、互いの光軸が直交するように配置されている。ハーフミラー411は、両光軸の直交点に配置されており、被写体側からの入射光の一部を第2のレンズ群413に反射させる向きに保持されている。第1のレンズ群412および第2のレンズ群413は、光軸の直交点までの距離すなわちハーフミラー411までの距離が等しくなるように配置されている。

- [0100] 第1のレンズ群412と第2のレンズ群413は、それぞれの合焦範囲17、18までの距離が異なっており、第1のレンズ群412の合焦範囲17は、第2のレンズ群413の合焦範囲18よりも遠くにある。また、両レンズ群412、413は、合焦範囲の深さも異なっており、第1のレンズ群412の合焦範囲17は、第2のレンズ群413の合焦範囲18よりも浅い。さらに、両レンズ群412、413はその倍率も異なるが、図3を用いてすでに説明したように、それぞれの合焦範囲の最遠端にある虹彩の虹彩像が、虹彩認証可能な最小の大きさよりも大きくなり、かつ、合焦範囲の最近端にある虹彩の虹彩像が、虹彩認証処理にて扱える最大の大きさよりも小さくなるように設定されている。
- [0101] 本実施の形態では、ハーフミラー411および第1のレンズ群412によって第1の分岐光学系が構成され、ハーフミラー411および第2のレンズ群413によって第2の分岐光学系が構成される。そして、ハーフミラー411の位置が両分岐光学系の光軸の分岐点となる。さらに、撮像光学系41は、両分岐光学系の光軸の分岐点から被写体側にて共通光軸を有している。
- [0102] 上記のように構成された虹彩撮像カメラ40では、第1の分岐光路を通った光によって第1の撮像素子421の撮像面に虹彩像が結像されるとともに、第2の分岐光路を通った光によって第2の撮像素子422の撮像面にも虹彩像が結像される。第1の撮像素子421および第2の撮像素子422は、結像された虹彩像を光電変換して電気信号を出力する。そして、第1の画像処理部431および第2の画像処理部432は、それぞれ第1の撮像素子421および第2の撮像素子422から出力された電気信号にA/D変換等の処理をして、画像データを生成する。
- [0103] 虹彩認証装置80は、第1の画像キャプチャ部811、第2の画像キャプチャ部812、虹彩認証処理部82、虹彩データベース83および認証結果出力部84を備えている。第1および第2の画像キャプチャ部811および812は、それぞれ虹彩撮像カメラ40の画像処理部431および432に接続されている。第1および第2の画像キャプチャ811、812の構成は、第1の実施の形態の画像キャプチャ部61と同様である。また、虹彩認証処理部82、虹彩データベース83および認証結果出力部84の構成も第1の実施の形態と同様である。
- [0104] 以上のように構成された虹彩認証システム4について、図11を用いてその動作を説

明する。まず、第1の画像キャプチャ部811は、虹彩撮像カメラ40の第1の画像処理部431から画像データ(第1の画像データ)を取り込んで、虹彩認証処理部82に出力する(ステップS111)。虹彩認証処理部82は、第1の画像キャプチャ部811から出力された画像データを用いて第1の実施の形態と同様にして認証処理を行う(ステップS112)。認証が成功すると(ステップS112でYES)、虹彩認証処理部82は、その認証結果を認証結果出力部84に出力する。そして、認証結果出力部84が、認証成功の結果を受けて、認証成功信号を出力し(ステップS113)、処理が終了する。

[0105] 認証が不成功であった場合には(ステップS112でNO)、第2の画像キャプチャ部811は、虹彩撮像カメラ40の第2の画像処理部432から画像データ(第2の画像データ)を取り込んで、虹彩認証処理部82に出力する(ステップS114)。虹彩認証処理部82は、この画像データを用いてステップS112と同様にして認証処理を行い(ステップS115)、認証が成功した場合には、その結果を認証結果出力部84に出力する。そして、認証結果出力部84が認証成功信号を出力して(ステップS113)、処理が終了する。

[0106] ステップS115での認証も不成功となった場合には(ステップS115でNO)、制限時間が経過したかを判断し(ステップS116)、制限時間内であれば(ステップS116でNO)、ステップS111に戻って上記の処理を繰り返す。認証が成功しないまま制限時間が経過した場合には(ステップS116でYES)、虹彩認証処理部82は、認証結果出力部84に認証不成功の結果を出力する。そして、認証処理結果出力部84が認証不成功信号を出力して(ステップS117)、処理が終了する。

[0107] このような本発明の第4の実施の形態の虹彩認証システム4でも、第3の実施の形態と同様に、虹彩撮像カメラ40の撮像光学系41に、共通光軸での合焦範囲が互いにずれた第1および第2の分岐光学系を設けて、それぞれの分岐光路を通った光を結像させて虹彩像の画像データを生成するので、被認証者の虹彩が第1および第2の分岐光路のいずれかの合焦範囲に入っていれば、第1および第2のいずれかの画像データがピントの合った画像となる。すなわち、ピントの合った虹彩像を撮像できる範囲が広がり、撮像された虹彩像のボケによって認証が不成功となる可能性が低減する。これにより、迅速な認証処理が可能となる。

[0108] なお、以上の説明では、撮像光学系41において、第1および第2の分岐光学系の光軸の分岐点であるハーフミラー411から、第1のレンズ群413および第2のレンズ群414までの距離を等しくしたが、本発明はこれに限られない。すなわち、第3の実施の形態のように、分岐点から第1のレンズ群413および第2のレンズ群414までの距離をそれぞれ異ならせてもよい。なお、この場合にも、それぞれの撮像素子に結像された虹彩像の大きさが同程度になるように、両レンズ群413、414は、倍率が異なり、かつ、両合焦範囲が隣接するように構成される。

[0109] (第5の実施の形態)

次に、本発明の第5の実施の形態の虹彩認証システム5を図12に示す。図12において、虹彩認証システム5は、第1の実施の形態と同様に、虹彩撮像カメラおよび虹彩認証装置を備えている。本実施の形態の虹彩撮像カメラ50は、撮像光学系51、撮像素子52および画像処理部53を備えており、撮像光学系51は、ハーフミラー411、ミラー512〜516、第1のレンズ群517および第2のレンズ群518からなる。

[0110] 第1のレンズ群517と第2のレンズ群518は、光軸が互いに平行になるように配置されている。ハーフミラー511は、第1のレンズ群517の光軸の延長上に配置されており、被写体側からの入射光の一部を下方に反射させる向きに保持されている。撮像素子52は、第1のレンズ群517にて結像された虹彩像が上部領域に投影されるように配置されている。ミラー512〜514は、ハーフミラー511にて反射した光が順に反射して第2のレンズ群518に入射するように配置されている。また、ミラー515および516は、第2のレンズ群518にて結像された虹彩像が順に反射して、第2のレンズ群518の光軸と平行な向きで撮像素子52の下部領域に投影されるように配置されている。

[0111] 本実施の形態では、ハーフミラー511および第1のレンズ群517によって第1の分岐光学系が構成され、ハーフミラー511およびミラー512〜516および第2のレンズ群518によって第2の分岐光学系が構成される。そして、ハーフミラー511の位置が両分岐光学系の光軸の分岐点となる。撮像光学系51は、両分岐光学系の光軸の分岐点から被写体側に共通光軸を有している。

[0112] 第1のレンズ群517と第2のレンズ群518は、同じ構成である。したがって、それらの

合焦範囲17、18は、共通光軸上で、撮像光学系51内での第1の分岐光路の長さ
と第2の分岐光路の長さとの差分 L_d だけずれている。そして、本実施の形態では、両
分岐光路の差分 L_d が、第2の分岐光路の合焦範囲18に等しくなるように、撮像光学
系51が設定されている。これにより、第1の分岐光路の合焦範囲17と第2の分岐光
路の合焦範囲18が連続して、拡大合焦範囲が形成されている。

[0113] 上記のように構成された虹彩撮像カメラ50では、共通光軸に被写体である虹彩が
位置すると、撮像素子52の撮像面の上部領域には、第1の分岐光路を通った光によ
って虹彩像が結像するとともに、撮像素子52の撮像面の下部領域には、第2の分岐
光路を通った光によって虹彩像が結像する。撮像素子52は、この状態で光電変換を
行って電気信号を出力する。そして、画像処理部53は、この電気信号にA/D変換
等の処理をして、画像データを生成して出力する。

[0114] 図13は、本実施の形態の虹彩撮像カメラ50にて生成される画像データを示す図で
ある。上記のように、第1の分岐光路の合焦範囲17と第2の分岐光路の合焦範囲18
とが連続して拡大合焦範囲が形成されているので、被写体である虹彩が、この拡大
合焦範囲内にあるときは、画像データの上部領域および下部領域の一方でピントの
合った虹彩像が得られ、他方の領域ではピントのボケた虹彩像が得られる。図13の
例では、被写体である虹彩が第1の分岐光路の合焦範囲内に位置しているときに得
られる画像データを示している。画像データの上部領域には、ピントの合った虹彩像
が存在し、下部領域にはボケた虹彩像が存在している。

[0115] 図12に戻って、本実施の形態の虹彩認証装置90は、画像キャプチャ部91、切出
部98、虹彩認証処理部92、虹彩データベース93および認証結果出力部94を備え
ている。画像キャプチャ部91は、第1の実施の形態と同様に、虹彩撮像カメラ50の画
像処理部53から出力された画像データを虹彩認証用の画像データとして取り込む
機能を有している。切出部98は、画像キャプチャ部91にて取り込まれた画像デー
タの上部領域から上部虹彩画像を切り出し、下部領域から下部虹彩画像を切り出して
、各々を虹彩認証処理部92に出力する機能を有している。虹彩認証処理部92、虹
彩データベース93および認証結果出力部94の構成は、第1の実施の形態と同様で
ある。

- [0116] 以上のように構成された虹彩認証システム5について、図14を用いてその動作を説明する。まず、画像キャプチャ部91は、虹彩撮像カメラ50の画像処理部53から画像データを取り込んで、切出部98に出力する(ステップS141)。切出部98は、画像データの上部領域および下部領域からそれぞれ上部虹彩画像および下部虹彩画像を切り出して、各々を虹彩認証処理部92に出力する(ステップS142)。
- [0117] 虹彩認証処理部92は、上部虹彩画像および下部虹彩画像を用いて認証処理を行う(ステップS143)。そして、少なくとも一方の画像で認証が成功すると(ステップS143でYES)、虹彩認証処理部92は、その認証結果を認証結果出力部94に出力する。そして、認証結果出力部94が認証成功の結果を受けて、認証成功信号を出力し(ステップS144)、処理が終了する。
- [0118] 認証が不成功であった場合には(ステップS143でNO)、制限時間が経過したかを判断し(ステップS145)、制限時間内であれば(ステップS145でNO)、ステップS141に戻って上記の処理を繰り返す。認証が成功しないまま制限時間が経過した場合には(ステップS145でYES)、虹彩認証処理部92は、認証結果出力部94に認証不成功の結果を出力する。そして、認証処理結果出力部94が、認証不成功信号を出力して(ステップS146)、処理が終了する。
- [0119] なお、上記の例では、第1および第2の分岐光学系がレンズ群517、518を備える構成としたが、本発明はこれに限られない。すなわち、第1および第2の分岐光学系に共通のレンズ群を設けて、ハーフミラー511を透過した光を共通のレンズ群の上部領域に入射させ、ハーフミラー511を反射して、ミラー512ー513を反射した光を共通のレンズ群の下部領域に入射させる構成としてもよい。共通のレンズ群の被写界深度が十分に広ければ、共通のレンズ群の後方に設けた撮像素子には、図13に示されるように、上部領域に第1の分岐光路にて結像された虹彩像が投影され、下部領域に第2の分岐光路にて結像された虹彩像が投影される。
- [0120] このような本発明の第5の実施の形態の虹彩認証システム5でも、第1の実施の形態と同様に、虹彩撮像カメラ50の撮像光学系51に、共通光軸での合焦範囲が互いにずれた第1および第2の分岐光学系を設けて、それぞれの分岐光路を通った光を結像させて虹彩像の画像データを生成するので、被認証者の虹彩が第1および第2

の分岐光学系のいずれかの合焦範囲に入っていれば、第1および第2のいずれかの画像データがピントの合った画像となる。これにより、ピントの合った虹彩像を撮像できる範囲が広がり、撮像された虹彩像のボケによって認証が不成功となる可能性が低減し、迅速な認証処理が可能となる。

[0121] (第6の実施の形態)

図15は、第6の実施の形態の虹彩認証装置の例を示す図である。本実施の形態の虹彩認証装置901は、第5の実施の形態の虹彩認証装置90の構成に加えて、さらに、上部合焦判定部101、下部合焦判定部102および総合判定部103を備えている。上部合焦判定部101および下部合焦判定部102は、それぞれ画像キャプチャ部91から出力される画像データを用いて、上部領域および下部領域の合焦度を判定して、判定結果を出力する。上部合焦判定部101および下部合焦判定部102にて合焦判定をするための構成は、すでに説明した第3の実施の形態の合焦判定部76と同様である。

[0122] 総合判定部103は、上部合焦判定部101で上部領域がピントの合った画像であると判断されたときは、上部切出信号を出力し、下部合焦判定部102で下部領域がピントの合った画像であると判断されたときは、下部切出信号を出力する。なお、本実施の形態の虹彩撮像カメラ50では、第1の分岐光学系の合焦範囲17と第2の分岐光学系の合焦範囲18とが重なることなく連続しているので、上部領域と下部領域の両方でピントのあった画像が得られることはない。総合判定部103は、上部領域および下部領域のいずれの領域でも非合焦であると判断された場合には、再キャプチャ信号を出力する。

[0123] 切出部98は、上部切出信号または下部切出信号を受けたときには、それらの信号に従って、画像キャプチャ部91から出力された画像データの上部領域または下部領域から虹彩画像を切り出して、虹彩認証処理部92に出力する。また、切出部98は、再キャプチャ信号を受けると、既に画像キャプチャ部91から受けた画像データを無視して、新たな画像データを画像キャプチャ部91から取り込む。

[0124] このように、本実施の形態の虹彩認証装置901は、上部合焦判定部101、下部合焦判定部102、総合判定部103および切出部98によって、第1および第2の分岐光

学系の各々を通して結像された虹彩像を含む画像データの中から焦点の合った方の虹彩画像のみを切り出して、虹彩認証処理部92にて認証処理を行う。これにより、画像のピンボケによって認証不成功となるような認証処理は行われないので、認証結果信号を得るまでの所要時間を短くできる。

[0125] なお、以上の説明では、いずれの実施の形態でも撮像光学系が第1および第2の2つの分岐光学系を有したが、本発明はこれに限られず、分岐光学系が3つ以上であってもよい。

[0126] また、以上の説明での撮像光学系を構成する各光学部品およびそれらの配置は、上記の例に限定されない。本発明の撮像光学系は、例えば、上記の例のミラーの代わりにプリズムを用いるなど、本発明の範囲内で様々に設計できる。

[0127] また、撮影光路や切出画像の切替方法は、上記の例に限定されない。例えば、撮像画像からの幾何学的特徴を検出して、人の目らしき部分を判定した結果に基づいて切替制御を行ってもよいし、外部制御信号に基づいて切替制御を行ってもよい。

[0128] (第7の実施の形態)

本発明の第7の実施の形態の虹彩認証システム7を図16に示す。図16において、虹彩認証システム7は、虹彩撮像カメラ100および虹彩認証装置60を備えている。そして、虹彩撮像カメラ100は、撮像光学系110、撮像素子12、画像処理部13、遮光板14、15および切替部16を備えている。

[0129] 撮像光学系110は、2つのハーフミラー111、112、2つのミラー113、114およびレンズ群115からなる。レンズ群115は、各レンズが固定された単焦点のレンズ群であり、深さLの合焦範囲を持っている。ハーフミラー111、112は、レンズ群115の光軸の延長線上に配置されている。ハーフミラー111は、被写体側からの入射光の一部を下方に反射させる向きに保持されており、ハーフミラー112は、下方からの入射光の一部をレンズ群115の方向に反射させる向きに保持されている。

[0130] ミラー113は、ハーフミラー111からの反射光が入射する位置、すなわちハーフミラー111の下方に配置され、ハーフミラー111からの反射光をレンズ群115の光軸と平行な方向に反射する向きに保持されている。ミラー114は、ハーフミラー111およびミラー113を反射した光が入射する位置、すなわち、ミラー113と同じ高さに配置され、

ミラー113からの反射光を上方に反射させる向きに保持されている。

- [0131] 上記の構成により、撮像光学系110では、ハーフミラー111、ハーフミラー112およびレンズ群115によって第1の分岐光学系が構成されており、ハーフミラー111、ミラー113、ミラー114、ハーフミラー112およびレンズ群115によって第2の分岐光学系が構成されている。以下では、第1および第2の分岐光学系の光軸を第1および第2の分岐光軸といい、第1および第2の分岐光軸に沿う光路を第1および第2の分岐光路という。
- [0132] 撮像光学系110は、被写体が存在する領域、すなわち虹彩撮像カメラ100の外部に共通光軸を有しており、この共通光軸は、分岐点であるハーフミラー111で第1および第2の分岐光軸に分岐している。そして、第1および第2の分岐光軸は合流点であるハーフミラー112で合流している。
- [0133] 第1の分岐光学系は、共通光軸上に位置する虹彩からの光が、ハーフミラー111、ハーフミラー112およびレンズ群115を通して撮像素子22に到る第1の分岐光路を通るように構成されている。また、第2の分岐光学系は、共通光軸上に位置する虹彩からの光が、ハーフミラー111、ミラー113、ミラー114、ハーフミラー112およびレンズ群115を通して撮像素子12に到る第2の分岐光路を通るように構成されている。第1の分岐光路と第2の分岐光路とを比較すると、第2の分岐光路は、ハーフミラー111とミラー113との間の距離およびミラー114とハーフミラー112との間の距離だけ、第1の分岐光路よりも長くなっている。
- [0134] 撮像素子12は、投影された虹彩像を光電変換して電気信号を出力する固体撮像素子である。画像処理部13は、撮像素子12から出力される電気信号に対してA/D変換等の処理を行い、虹彩像の画像データを生成する機能を有している。
- [0135] 遮蔽板14は、第1の分岐光軸上に配置されており、遮蔽板15は、第2の分岐光軸上に配置されている。遮蔽板14、15は、図示しない駆動機構によって駆動され、分岐光路を遮断する位置(遮断位置)および分岐光路を遮断しない位置(退避位置)の間を移動する。切替部16は、後述する虹彩認証装置60の切替制御部65からの切替制御信号に基づいて、遮蔽板14、15の移動を制御する機能を有している。切替部16は、遮蔽板14、15の一方が遮断位置にある場合に、他方が退避位置になるよ

うに、すなわち、一方の遮蔽板のみが分岐光路を遮断するように、両遮蔽板の移動を制御する。

[0136] 上記のように構成された虹彩撮像カメラ100は、第1および第2の撮像モードを有しており、それぞれの撮像モードで被写体である虹彩を撮像する。すなわち、遮蔽板14が退避位置に位置すると共に、遮蔽板15が遮断位置に位置し、虹彩からの光が第1の分岐光路を通して、撮像素子12にて虹彩像が結像される状態が、第1の撮像モードである。そして、遮蔽板14が遮断位置に位置すると共に、遮蔽板15が退避位置に位置し、虹彩からの光が第2の分岐光路を通して、撮像素子12にて虹彩像が結像される状態が第2の撮像モードである。本実施の形態では、切替部16による遮蔽板14、15の移動によって、第1の撮像モードと第2の撮像モードが選択的に切り替えられる。

[0137] 図17は、第1および第2の撮像モードにおける、被写体である虹彩までの距離に応じた合焦度特性を示す図である。図17において、横軸は虹彩撮像カメラ100から被写体である虹彩までの距離であり、縦軸はそれぞれの撮像モードで撮像される虹彩画像の合焦度である。上記のように、第1の分岐光学系と第2の分岐光学系は、レンズ群115を共有しているので、両分岐光学系の合焦度特性は、略同じ形状になる。そして、上記のように、第1の分岐光路と第2の分岐光路とは、その長さが異なっているので、第1の撮像モードの合焦度特性と第2の撮像モードの合焦度特性とは、虹彩撮像カメラ100の外部の共通光軸上で、第1の分岐光路と第2の分岐光路との長さの差分だけずれている。すなわち、虹彩撮像カメラ100は、虹彩撮像カメラ100から被写体までの距離に応じた合焦度特性として、第1および第2の撮像モードごとに、略同一形状で互いにずれた合焦度特性を有している。

[0138] 第1および第2の撮像モードの合焦度特性にて、合焦度が最大となる点を含む所定の広さの範囲が合焦範囲となる。本実施の形態では、第1および第2の分岐光路の差分が、各撮像モードの合焦範囲の大きさよりも小さくなるように、撮像光学系110が構成されている。これにより、図17に示されるように、第1の撮像モードの合焦範囲17と第2の撮像モードの合焦範囲18とは、一部が重複した状態で隣接しており、両合焦範囲を合わせた拡大合焦範囲19が形成されている。したがって、虹彩撮像カメラ1

00では、虹彩がこの拡大合焦範囲19内にあれば、第1および第2のいずれかの撮像モードでピントの合った鮮明な虹彩画像が得られる。

[0139] また、本実施の形態では、合焦範囲の深さは、その範囲内にある虹彩の像が虹彩認証に適した所定の大きさになるように設定されている。すなわち、レンズ群115は、虹彩が合焦範囲17の最遠端にあるときに、第1の撮像モードで得られる虹彩像の大きさが、虹彩認証をするために必要な最小の大きさになり、かつ、虹彩が合焦範囲17の最近端にあるときに、第1の撮像モードで得られる虹彩像の大きさが、虹彩認証をするために許容される最大の大きさになるように、設計される。そして、第1の分岐光学系と第2の分岐光学系は、レンズ群115を共有しているので、第1の撮像モードの合焦範囲17が上記の条件を満たすときは、第2の撮像モードの合焦範囲18も上記の条件を満たすことになる。

[0140] 図16に戻って、本実施の形態の虹彩認証装置60は、画像キャプチャ部61、合焦判定部66、被写体距離判定部67、誘導ガイダンス部68、切替制御部65、虹彩認証処理部62、虹彩データベース63および認証結果出力部64を備えている。画像キャプチャ部61は、虹彩撮像カメラ100にて撮像された虹彩像の画像データを虹彩認証用の画像データとして取り込み、合焦判定部66および虹彩認証処理部62に出力する機能を有している。

[0141] 合焦判定部66は、画像キャプチャ部61から出力された画像データの合焦度を算出して、被写体距離判定部67に出力する機能を有している。合焦判定部66は、画像データをフーリエ変換によって空間周波数に変換し、その所定のスペクトル成分の積分値を合焦度として算出する。合焦度判定部62は、さらに、算出された合焦度と予め記憶されているしきい値とを比較することにより合焦判定を行い、判定結果を被写体距離判定部67、虹彩認証処理部62および切替制御部65に出力する機能を有している。このしきい値は、図17に示される合焦範囲17、18に対応して設定されている。

[0142] 被写体距離判定部67は、合焦判定部66から、第1および第2の撮像モードでそれぞれ撮像された虹彩像の画像データの合焦度を受け、これらの合焦度の相違に基づいて被写体である虹彩までの距離を判定する機能を有している。

- [0143] 図17を参照して、被写体距離判定部67にて虹彩までの距離を判定する構成を説明する。既に説明したように、第1の撮像モードの合焦度特性と第2の撮像モードの合焦度特性とは、略同一形状で互いにずれている。したがって、被写体が両合焦度特性が交わる距離L4よりも遠い距離にあるときには、第1の撮像モードで得られる画像の方が、第2の撮像モードで得られる画像よりも合焦度が高くなる。また、被写体が距離L3よりも近い位置にあるときには、逆に、第2の撮像モードで得られる画像の方が、第1の撮像モードで得られる画像よりも合焦度が高くなる。
- [0144] ここで、両合焦度特性が交わる位置(距離L4の位置)は、両合焦度特性にて合焦度がピークになるそれぞれの位置(距離L3の位置および距離L5の位置)の中心であり、この位置は拡大合焦範囲19の中心である。したがって、両撮像モードにて得られた画像の合焦度を比較して、いずれの合焦度が高いかを判断することにより、被写体が、拡大合焦範囲19の中心よりも手前側にあるか、奥側にあるかを判定できる。
- [0145] また、被写体距離判定部67が、図17に示す第1および第2の撮像モードの合焦度特性を記憶していれば、第1の撮像モードで得られた画像の合焦度と第2の撮像モードで得られた画像の合焦度に基づいて、被写体である虹彩までの具体的な距離を求めることができる。
- [0146] 例えば、第1の撮像モードで取得された画像の合焦度が a_2 であるとき、虹彩までの距離は、L2またはL7である。そして、虹彩までの距離がL2であるときは、第2の撮像モードで取得された画像である下部虹彩画像の合焦度は、上部虹彩画像の合焦度より高い a_3 になる。また、虹彩までの距離がL7であるときは、下部虹彩画像の合焦度は、上部虹彩画像の合焦度より低い a_1 になる。このように、上部虹彩画像の合焦度と下部虹彩画像の合焦度の相違に基づいて、虹彩までの距離がL2であるかL7であるかが判る。
- [0147] 被写体距離判定部67は、上部虹彩画像の合焦度が a_2 であり、かつ、下部虹彩画像の合焦度が a_3 であるときは、記憶されている合焦度特性に基づいて、虹彩までの距離はL2であると判定でき、上部虹彩画像の合焦度が a_2 であり、かつ、下部虹彩画像の合焦度が a_1 であるときは、虹彩までの距離はL7であると判定できる。このように、被写体距離判定部67は、第1の撮像モードと第2の撮像モードのそれぞれの合焦

度特性と、各撮像モードで撮像された画像の合焦度に基づいて虹彩までの距離を判定できる。

[0148] 被写体距離判定部67は、さらに、虹彩までの距離の判定結果と合焦判定部66から出力された合焦度に基づいて、被撮像者を近づけるように誘導するための信号(近づけ誘導信号)、被撮像者を遠ざけるように誘導するための信号(遠ざけ誘導信号)、虹彩の位置が適切であることを示す信号(誘導不要信号)または判定結果が不明であることを示す信号(判定不能信号)を誘導ガイダンス部68に出力する機能を有している。

[0149] 被写体距離判定部67は、合焦判定部66からの合焦判定の結果にて、いずれの撮像モードで撮像された虹彩画像の合焦度もしきい値より低いことが示されているとき、すなわち、虹彩が拡大合焦範囲19内にないと判定されたときは、虹彩が拡大合焦範囲19よりも手前側にあるか、奥側にあるかを判定し、近づけ誘導信号または遠ざけ誘導信号を出力する。

[0150] 具体的には、被写体距離判定部67は、いずれの撮像モードで撮像された虹彩画像の合焦度もしきい値より低く、かつ、第1の撮像モードで撮像された虹彩画像の合焦度が、第2の撮像モードで撮像された虹彩画像の合焦度よりも高いときには、拡大合焦範囲19外であって、拡大合焦範囲19の中心L4よりも遠い位置、すなわち、拡大合焦範囲の最遠端L6よりも遠くに虹彩が位置していると判定する。そして、この場合には、被写体距離判定部67は、近づき誘導信号を出力する。また、いずれの撮像モードで撮像された虹彩画像の合焦度もしきい値よりも低く、かつ、第1の撮像モードで撮像された虹彩画像の合焦度が、第2の撮像モードで撮像された虹彩画像の合焦度よりも低いときには、拡大合焦範囲19外であって、拡大合焦範囲19の中心L4よりも近い位置、すなわち、拡大合焦範囲19の最近端L1よりも近くに虹彩が位置していると判定する。そして、この場合には、被写体距離判定部67は、遠ざけ誘導信号を出力する。

[0151] また、被写体距離判定部67は、合焦判定部66での合焦判定の結果にて、いずれかの撮像モードで撮像された虹彩画像の合焦度がしきい値より高いことが示されているとき、すなわち、虹彩が拡大合焦範囲19内にあると判定されたときは、誘導不要信

号を出力する。また、被写体までの距離が不明であるときは、被写体距離判定部67は、判定不能信号を出力する。

- [0152] 図18は、誘導ガイダンス部68の構成を示す図である。誘導ガイダンス部68は、表示部641および音声出力部642を備えている。表示部641は、被撮像者に対して虹彩撮像カメラ100に近づくように誘導するための近づけ誘導ランプ643、被撮像者に対して虹彩撮像カメラ100から遠ざかるように誘導するための遠ざけ誘導ランプ644、虹彩の距離が適切であることを示す良好ランプ645を含んでいる。
- [0153] 誘導ガイダンス部68は、被写体距離判定部67より出力された近づけ誘導信号、遠ざけ誘導信号および誘導不要信号に対応して、近づけ誘導ランプ643、遠ざけ誘導ランプ644および良好ランプ645を点灯する機能を有している。誘導ガイダンス部68は、被写体距離判定部67より判定不能信号を受けたときは、いずれのランプも点灯させない。
- [0154] また、誘導ガイダンス部68には、近づけ誘導信号、遠ざけ誘導信号および誘導不要信号に対応して、被撮像者に対して虹彩撮像カメラ100に近づくように誘導するための音声案内、被撮像者に対して虹彩撮像カメラ100から遠ざかるように誘導するための音声案内および虹彩の位置が適切であることを示す音声案内が記憶されている。そして、誘導ガイダンス部68は、被写体距離判定部67から近づけ誘導信号、遠ざけ誘導信号または誘導不要信号を受け、それらに対応する音声案内を音声出力部642から出力する機能を有している。誘導ガイダンス部68は、被写体距離判定部67より判定不能信号を受けたときは、いずれの音声案内も出力しない。
- [0155] 図16に戻って、切替制御部65は、合焦判定部66から出力された合焦判定の結果にて、虹彩画像の合焦度がしきい値よりも低いことを示していると、その判定結果に基づいて、遮蔽板14、15を移動させるための切替制御信号を出力する機能を有している。
- [0156] 虹彩データベース63には、登録者の虹彩画像が格納されている。虹彩認証処理部62は、合焦判定部66から出力された合焦判定の結果に基づいて、合焦度がしきい値よりも高い虹彩画像を虹彩認証用の画像データとして画像キャプチャ61から取り込んで虹彩認証を行い、認証結果を認証結果出力部64に出力する機能を有して

いる。虹彩認証処理部62は、画像データに含まれる虹彩部分を抽出して、虹彩データベース63に格納されている虹彩画像と照合することにより虹彩の認証を行う。

- [0157] 認証結果出力部64は、虹彩認証処理部62より出力された認証結果に基づいて、認証結果信号(認証成功信号または認証不成功信号)を出力する。この認証結果信号は、虹彩認証システム7が例えば入退室管理システムに用いられる場合には、ドアの鍵を解錠または施錠する制御信号となる。また、虹彩認証装置60にモニタ等の報知装置をつけて、被認証者に認証結果を通知する場合には、認証結果信号は認証結果の報知信号として用いられる。
- [0158] なお、上記の虹彩認証システム7にて、虹彩撮像カメラ100と虹彩認証装置60は一体的に構成されてもよいし、別体として構成されてもよい。両装置が別体として構成されるとき、虹彩認証装置60は、汎用コンピュータにソフトウェアをインストールすることによって構成されてもよい。
- [0159] 以上のように構成された虹彩認証システム7について、図19を用いてその動作を説明する。まず、切替部16により遮蔽板14を退避位置に位置させると共に遮蔽板15を遮断位置に位置させて、虹彩撮像カメラ100を第1の撮像モードに設定する(ステップS191)。虹彩撮像カメラ100は、第1の撮像モードで虹彩を撮像し、画像処理部13にて画像データを生成する。
- [0160] 次に、虹彩認証装置60の画像キャプチャ部61は、第1の撮像モードで撮像された虹彩像の画像データ(第1の画像データ)を画像処理部13から取り込んで、合焦判定部66に出力する(ステップS192)。合焦判定部66は、この虹彩画像の合焦度を算出し、合焦判定を行う(ステップS193)。このとき、合焦判定部66は、算出された合焦度を被写体距離判定部67に出力し、合焦判定の結果を被写体距離判定部67および虹彩認証処理部62に出力する。そして、合焦判定部66での合焦判定の結果、合焦度がしきい値より高い、すなわち虹彩が第1の撮像モードの合焦範囲内にあるかを判断し(ステップS194)、合焦度がしきい値より高いとき、すなわち、第1の撮像モードにてピントの合った虹彩画像が得られたときは(ステップS194にてYES)、虹彩認証処理部62は画像キャプチャ部61からこの第1の画像データを取り込んで、認証処理を行う(ステップS195)。

- [0161] 合焦判定部66での合焦判定の結果、合焦度がしきい値より低いと判定されたとき、すなわち、第1の撮像モードにてピントの合った虹彩画像が得られなかったときは(ステップS194にてNO)、合焦判定部66は、その結果を切替制御部65に出力する。そして、切替制御部65は、この判定結果に基づいて、虹彩撮像カメラ100の切替部16に切替制御信号を出力する。切替部16は切替制御信号に基づいて遮蔽板14、15を移動させて、虹彩撮像カメラ100の撮像モードを第2の撮像モードに切り替える(ステップS196)。そして、虹彩撮像カメラ100は、第2の撮像モードで虹彩を撮像し、画像処理部13にて画像データを生成する。またこのとき、合焦判定部66から被写体距離判定部67に合焦度および合焦判定の結果を出力する。
- [0162] 画像キャプチャ部61は、第2の撮像モードで撮像された虹彩像の画像データ(第2の画像データ)を画像処理部13から取り込んで、合焦判定部66に出力する(ステップS197)。合焦判定部66は、この虹彩画像の合焦度を算出し、合焦判定を行う(ステップS198)。このとき、合焦判定部66は、算出された合焦度を被写体距離判定部67に出力し、合焦判定の結果を被写体距離判定部67および虹彩認証処理部62に出力する。そして、合焦判定部66での合焦判定の結果、合焦度がしきい値より高い、すなわち虹彩が第2の撮像モードの合焦範囲内にあるか否かを判断し(ステップS199)、合焦度がしきい値より高いと判定されたとき、すなわち、第2の撮像モードにてピントの合った虹彩画像が得られたときは(ステップS199にてYES)、虹彩認証処理部62は画像キャプチャ部61から画像データを取り込んで、認証処理を行う(ステップS195)。
- [0163] 第1の画像データおよび第2の画像データのいずれもがしきい値より低いとき、すなわち、虹彩が拡大合焦範囲内にはないときは(ステップS199でNO)、被写体距離判定部67は、虹彩までの距離を判定し(ステップS200)、判定された被写体までの距離が、拡大合焦範囲の最遠端より遠いか、あるいは拡大合焦範囲の最近端よりも近いかを判断する(ステップS201)。
- [0164] 被写体距離判定部67は、虹彩までの距離が拡大合焦範囲の最近端より近いときは(ステップS201にてNO)、誘導ガイダンス部68に遠ざけ誘導信号を出力する。そして、誘導ガイダンス部68は、遠ざけ誘導信号に基づいて、遠ざけ誘導ランプ644を

点灯させて、音声出力部642より被撮像者に対して虹彩撮像カメラ100から遠ざかるように誘導するための音声案内を出力する(ステップS202)。

[0165] 虹彩までの距離が拡大合焦範囲の最遠端より遠いときは(ステップS201にてYES)、被写体距離判定部67は、誘導ガイダンス部68に近づけ誘導信号を出力する。そして、誘導ガイダンス部68は、近づけ誘導信号に基づいて、近づけ誘導ランプ643を点灯させて、音声出力部642より被撮像者に対して虹彩撮像カメラ100に近づくように誘導するための音声案内を出力する(ステップS203)。

[0166] ステップS202またはステップS203の次に、処理の開始から所定の制限時間が経過したかを判断する(ステップS204)。そして、制限時間を未だ経過していない場合には(ステップS204にてNO)、ステップS191に戻り、制限時間が経過したときには(ステップS204にてYES)、認証処理が行われずに処理が終了する。

[0167] このような本発明の第7の実施の形態の虹彩認証システム7によれば、合焦度特性が異なる第1および第2の撮像モードの各々で撮像された虹彩画像の合焦度の相違に基づいて被写体までの距離を判定するので、この判定された距離に基づいて、被撮像者を適切な位置に誘導し、合焦度の高い虹彩像を得ることができる。

[0168] また、虹彩撮像カメラ100は、共通光軸上で互いにずれた合焦範囲を有しており、複数の合焦範囲のいずれかに被写体である虹彩が位置すれば焦点の合った虹彩像が得られるので、オートフォーカス機能を備えない簡単な構成で、虹彩までの距離が広い範囲でピントの合った虹彩像が得られる。

[0169] (第8の実施の形態)

次に、本発明の第8の実施の形態の虹彩認証システム8を図20に示す。本実施の形態の虹彩認証システム8は、第7の実施の形態の変形例であって、虹彩撮像カメラ20は、第7の実施の形態のハーフミラー112の代わりに回動ミラー216を備えている。虹彩認証装置60の構成は、第7の実施の形態と同様であるので説明を省略する。

[0170] 虹彩撮像カメラ20は、さらに、回動ミラー216が固定された支軸27および支軸27を回動させるモータ28を備えている。そして、虹彩撮像カメラ20では、ハーフミラー211およびレンズ群215によって第1の分岐光学系が構成され、ハーフミラー211、ミラー213、ミラー214、回動ミラー216およびレンズ群215によって第2の分岐光学系が

構成される。回動ミラー216は、第1および第2の分岐光軸の合流点付近に設けられている。回動ミラー216は、回動による角度の変更によって、第1の分岐光路または第2の分岐光路を選択的に有効化する。

[0171] 図20は、回動ミラー216によって第1の分岐光学系による第1の分岐光路が有効化されている状態を示している。この状態では、回動ミラー216は、第1の分岐光路を遮断しない位置に退避させられているので、虹彩からの光は、第1の分岐光路、すなわちハーフミラー211およびレンズ群215を通過して、撮像素子22に投射される。そして、第2の分岐光路を進行してきた光は、回動ミラー216の反射面によって、レンズ群215に向かう方向とは異なる方向に反射する。したがって、この光がレンズ群215を通過して撮像素子22に達することはない。

[0172] 図21は、第2の分岐光路が有効化された状態を示す図である。この状態では、虹彩からの光は、第2の分岐光路、すなわちハーフミラー211、ミラー213、ミラー214を反射して第1および第2の分岐光軸の合流点で回動ミラー216の反射面で反射して、レンズ群215に入射し、撮像素子22に投射される。そして、第1の分岐光路を進行してきた光は、回動ミラー216の背面で遮られ、レンズ群215に入射することはない。

[0173] このように、回動ミラー216は、第1の分岐光路を有効化する角度(第1光路有効化角度)および第2の分岐光路を有効化する角度(第2光路有効化角度)の間で回動する。そして、虹彩撮像カメラ20では、回動ミラー216が第1光路有効化角度にあるときに、第1の撮像モードとなり、回動ミラー216が第2光路有効化角度にあるときに、第2の撮像モードとなる。回動ミラー216の回動動作は、切替部26がモータ28を制御することにより行われる。切替部26は、虹彩認証装置60の切替制御部65からの切替制御信号を受けて、この切替制御信号に基づいてモータ28を制御する。

[0174] 本実施の形態でも、第1の撮像モードと第2の撮像モードとでは、被写体である虹彩までの距離に応じた合焦点特性がずれており、虹彩撮像カメラ20は、虹彩までの距離に応じた合焦点特性が異なる複数の撮像モードを有している。

[0175] なお、虹彩撮像カメラ20において、第2の撮像モード、すなわち図21に示されるように回動ミラー216が第2光路有効化角度にあるときに、回動ミラー216の角度をわ

ずかに変更して複数回の撮像を行ってもよい。これにより、上下にずれた範囲を撮像でき、虹彩撮像が可能な範囲を上下方向に拡大できる。

[0176] 以上のように構成された虹彩認証システム8は、第7の実施の形態と同様に動作する。ただし、ステップS191での第1の撮像モードの設定およびステップS196での第2の撮像モードの設定は、切替部26によるモータ28の駆動によって行われる。すなわち、切替部26がモータ28を駆動して、回動ミラー216が第1光路有効化角度に設定されることで、第1の撮像モードが設定され、回動ミラー216が第2光路有効化角度に設定されることで、第2の撮像モードが設定される。

[0177] このような本発明の第8の実施の形態の虹彩認証システム8によれば、合焦度特性が異なる第1および第2の撮像モードの各々で撮像された虹彩画像の合焦度の相違に基づいて被写体までの距離を判定するので、この判定された距離に基づいて、被撮像者を適切な位置に誘導し、合焦度の高い虹彩像を得ることができる。

[0178] また、虹彩撮像カメラ20は、共通光軸上で互いにずれた合焦範囲を有しており、複数の合焦範囲のいずれかに被写体である虹彩が位置すれば焦点の合った虹彩像が得られるので、オートフォーカス機能を備えない簡単な構成で、虹彩までの距離が広い範囲でピントの合った虹彩像が得られる。

[0179] (第9の実施の形態)

次に、本発明の第9の実施の形態の虹彩認証システム9を図22に示す。本実施の形態の虹彩撮像カメラ30は、撮像光学系31、第1の撮像素子321、第2の撮像素子322、第1の画像処理部331および第2の画像処理部332を備えている。

[0180] 撮像光学系31は、ハーフミラー311、ミラー312、第1のレンズ群313および第2のレンズ群314からなる。ハーフミラー311は、第1のレンズ群313の光軸の延長線上に配置されており、被写体側からの入射光の一部を上方に反射させる向きに保持されている。ミラー312は、第2のレンズ群314の光軸の延長線上であって、かつハーフミラー311の上方の位置に配置されており、ハーフミラー311からの反射光を第2のレンズ群314に向けて反射する向きに保持されている。

[0181] ハーフミラー311、ミラー312、第1のレンズ群313および第2のレンズ群314は、ハーフミラー311と第1のレンズ群313との間の距離およびミラー312と第2のレンズ群3

14との間の距離が等しくなるように配置されている。第1のレンズ群313と第2のレンズ群314は、互いに同じ構成である。

- [0182] 第1の撮像素子321および第2の撮像素子322は、投影された虹彩像を光電変換して電気信号を出力する固体撮像素子である。第1の画像処理部331および第2の画像処理部332は、それぞれ第1の撮像素子321および第2の撮像素子322から出力される電気信号にA/D変換等の処理をして、画像データを生成する機能を有する。
- [0183] 本実施の形態では、ハーフミラー311および第1のレンズ群313によって第1の分岐光学系が構成され、ハーフミラー311、ミラー312および第2のレンズ群314によって第2の分岐光学系が構成されている。そして、ハーフミラー311の位置が両分岐光学系の光軸の分岐点となる。撮像光学系31は、虹彩撮像カメラ30の外部に共通光軸を有している。
- [0184] 第1の分岐光学系は、共通光軸上に位置する虹彩からの光が、ハーフミラー311および第1のレンズ群313を通して、第1の撮像素子321に到る第1の分岐光路を通るように構成されている。また、第2の分岐光学系は、共通光軸上に位置する虹彩からの光が、ハーフミラー311、ミラー312および第2のレンズ群314を通して、第2の撮像素子322に到る第2の分岐光路を通るように構成されている。第1の分岐光路と第2の分岐光路とを比較すると、第2の分岐光路は、ハーフミラー311とミラー312との間の距離だけ、第1の分岐光路よりも長くなっている。
- [0185] 虹彩撮像カメラ30も、第7の実施の形態と同様に、第1および第2の撮像モードを有しており、各撮像モードで虹彩の像を撮像する。すなわち、第1の分岐光学系によって第1の撮像素子321にて虹彩像が結像される状態が第1の撮像モードであり、第2の分岐光学系によって第2の撮像素子322にて虹彩像が結像される状態が第2の撮像モードである。
- [0186] 上記のように、本実施の形態の撮像光学系31では、第1および第2のレンズ群313、314が同じ構成であるので、第1および第2の分岐光路の合焦範囲17、18のずれは、撮像光学系31内での第1の分岐光路と第2の分岐光路との長さの差分と等しくなる。そして、本実施の形態では、ハーフミラー311と第1のレンズ群313との間の距

離およびミラー312と第2のレンズ群314との間の距離が等しいので、両分岐光路の長さの差分は、すなわちハーフミラー311とミラー312の間の距離である。

- [0187] 本実施の形態では、両分岐光路の長さの差分が、合焦範囲17、18の深さと等しくなるように撮像光学系31を設計することにより、第1の撮像モードの合焦範囲と第2の撮像モードの合焦範囲とが重複することなく隣接し、拡大合焦範囲の全領域でいずれかの撮像モードによりピントが合うようにしている。
- [0188] 虹彩認証装置70は、画像キャプチャ部71、合焦判定部76およびセクタ77を備えている。合焦判定部76は、虹彩撮像カメラ30の2つの画像処理部331、332の両方に接続されている。そして、合焦判定部76は、画像処理部331、332の各々から出力された画像データの合焦度を算出して、合焦判定を行う機能を有している。合焦判定部76は、算出された合焦度と合焦判定の結果を被写体距離判定部78に出力する。また、合焦判定部76は、合焦判定の結果をセクタ77に出力する機能を有する。
- [0189] セクタ77も虹彩撮像カメラ30の2つの画像処理部331、332の両方に接続されており、両画像処理部331、332から画像データが入力される。セクタ77は、合焦判定部76から出力された合焦判定の結果に従って、ピントが合っている方の画像データを画像キャプチャ部71に出力する機能を有している。画像キャプチャ部71は、セクタ77によって選択されたピントの合った画像データを虹彩認証用の画像データとして取り込んで、虹彩認証処理部72に出力する機能を有している。
- [0190] 虹彩認証装置70は、被写体距離判定部78、誘導ガイダンス部79、総合判定処理部75、虹彩認証処理部72、虹彩データベース73および認証結果出力部74を備えているが、これらの構成は第7の実施の形態の虹彩認証装置60と同様であるので、説明を省略する。
- [0191] 以上のように構成された虹彩認証システム3について、図23を用いてその動作を説明する。まず、第1および第2の画像処理部331、332は、それぞれ合焦判定部76に画像データを出力する。そして、合焦判定部76は、まず、画像処理部331から出力された画像データ(第1の画像データ)の合焦度を算出し、合焦判定を行う(ステップS231)。そして、合焦判定部76での合焦判定の結果、合焦度がしきい値より高い

、すなわち虹彩が第1の撮像モードの合焦範囲内にあるか否かを判断し(ステップS232)、画像処理部331から出力された画像データがしきい値以上の合焦度を有するときには(ステップS232にてYES)、この第2の画像データを選択すべきであることを示す判定結果をセクタ77に出力する(ステップS233)。

[0192] 一方、ステップS232の合焦判定にて画像データの合焦度がしきい値よりも低いとき、すなわち、第1の撮像モードの撮像でピントの合った虹彩画像が得られなかったときは(ステップS232にてNO)、第2の画像処理部332から出力された画像データ(第2の画像データ)の合焦度を算出する(ステップS234)。そして、合焦判定部76は、この画像データの合焦判定を行い(ステップS235)、合焦度がしきい値以上であるときには(ステップS235にてYES)、この画像データを選択すべきであることを示す判定結果をセクタ77に出力する(ステップS236)。

[0193] ステップS233で第1の画像データが選択され、または、ステップS236で第2の画像データが選択されると、画像キャプチャ部71は、選択された画像データをセクタ77から取り込んで、虹彩認証処理部72に出力する(ステップS242)。虹彩認証処理部72は、画像キャプチャ部71より出力された画像データを用いて虹彩認証を行い(ステップS243)、処理が終了する。

[0194] 第1の画像データに加えて第2の画像データの合焦度もしきい値より低いとき、すなわち、虹彩が拡大合焦範囲内にはないときは(ステップS235にてNO)、被写体距離判定部78は、虹彩までの距離を判定し(ステップS237)、判定された被写体までの距離が、拡大合焦範囲の最遠端より遠いか、あるいは拡大合焦範囲の最近端よりも近いかを判断する(ステップS238)。

[0195] 被写体距離判定部78は、虹彩までの距離が拡大合焦範囲の最近端より近いときは(ステップS238にてNO)、誘導ガイダンス部79に遠ざけ誘導信号を出力する。そして、誘導ガイダンス部79は、遠ざけ誘導信号に基づいて、遠ざけ誘導ランプを点灯させて、音声出力部より被撮像者に対して虹彩撮像カメラ30から遠ざかるように誘導するための音声案内を出力する(ステップS239)。

[0196] 虹彩までの距離が拡大合焦範囲の最遠端より遠いときは(ステップS238にてYES)、被写体距離判定部78は、誘導ガイダンス部79に近づけ誘導信号を出力する。そ

して、誘導ガイダンス部79は、近づけ誘導信号に基づいて、近づけ誘導ランプを点灯させて、音声出力部より被撮像者に対して虹彩撮像カメラ30に近づくように誘導するための音声案内を出力する(ステップS240)。

[0197] ステップS239またはステップS240の次に、処理の開始から所定の制限時間が経過したかを判断する(ステップS241)。そして、制限時間を未だ経過していない場合には(ステップS241にてNO)、ステップS231に戻り、制限時間が経過したときには(ステップS241にてYES)、認証処理が行われずに処理が終了する。

[0198] このような本発明の第9の実施の形態の虹彩撮像カメラ30によっても、第7の実施の形態と同様に、合焦点特性が異なる第1および第2の撮像モードの各々で撮像された虹彩画像の合焦点の相違に基づいて被写体までの距離を判定するので、この判定された距離に基づいて、被撮像者を適切な位置に誘導できる。

[0199] さらに、虹彩撮像カメラ30は、第7の実施の形態と同様に、共通光軸上で互いにずれた合焦範囲を有しており、被写体である虹彩が第1および第2の合焦範囲のいずれかに位置すれば焦点の合った虹彩像が得られるので、オートフォーカス機能を備えない簡単な構成で、虹彩までの距離が広い範囲でピントの合った虹彩像が得られる。

[0200] (第10の実施の形態)

次に、本発明の第10の実施の形態の虹彩認証システム10を図24に示す。本実施の形態の虹彩認証システム10は、第9の実施の形態の変形例であり、虹彩撮像カメラ40の撮像光学系41の構成が第9の実施の形態と異なっている。虹彩認証装置70の構成は、第9の実施の形態と同様であるので説明を省略する。

[0201] 本実施の形態の撮像光学系41は、ハーフミラー411、第1のレンズ群412および第2のレンズ群413からなる。第1のレンズ群412および第2のレンズ群413は、互いの光軸が直交するように配置されている。ハーフミラー411は、両光軸の直交点に配置されており、被写体側からの入射光の一部を第2のレンズ群413に反射させる向きに保持されている。第1のレンズ群412および第2のレンズ群413は、光軸の直交点までの距離すなわちハーフミラー411までの距離が等しくなるように配置されている。

[0202] 第1のレンズ群412と第2のレンズ群413は、それぞれの合焦範囲17、18までの距

離が異なっており、第1のレンズ群412の合焦範囲17は、第2のレンズ群413の合焦範囲18よりも遠くにある。また、両レンズ群412、413は、合焦範囲の深さも異なっており、第1のレンズ群412の合焦範囲17は、第2のレンズ群413の合焦範囲18よりも浅い。さらに、両レンズ群412、413はその倍率も異なるが、第7の実施の形態と同様に、それぞれの合焦範囲の最遠端にある虹彩の虹彩像が、虹彩認証可能な最小の大きさよりも大きくなり、かつ、合焦範囲の最近端にある虹彩の虹彩像が、虹彩認証処理にて扱える最大の大きさよりも小さくなるように設定されている。

[0203] 虹彩撮像カメラ40では、ハーフミラー411および第1のレンズ群412によって第1の分岐光学系が構成され、ハーフミラー411および第2のレンズ群413によって第2の分岐光学系が構成される。そして、ハーフミラー411の位置が両分岐光学系の光軸の分岐点となる。さらに、撮像光学系41は、虹彩撮像カメラ40の外部に共通光軸を有している。

[0204] 第1の撮像素子421および第2の撮像素子422は、投影された虹彩像を光電変換して電気信号を出力する固体撮像素子である。そして、第1の画像処理部431および第2の画像処理部432は、それぞれ第1の撮像素子421および第2の撮像素子422から出力された電気信号にA/D変換等の処理をして、画像データを生成する機能を有する。

[0205] 虹彩撮像カメラ40も、第9の実施の形態と同様に、第1および第2の撮像モードを有し、それぞれの撮像モードで被写体である虹彩を撮像する。すなわち、第1の分岐光学系によって第1の撮像素子421にて虹彩像が結像される状態が第1の撮像モードであり、第2の分岐光学系によって第2の撮像素子422にて虹彩像が結像される状態が第2の撮像モードである。本実施の形態でも、第1の撮像モードと第2の撮像モードとでは、被写体である虹彩までの距離に応じた合焦度特性がずれており、虹彩撮像カメラ40は、虹彩までの距離に応じた合焦度特性が異なる複数の撮像モードを有している。

[0206] 以上のように構成された虹彩認証システム10は、第9の実施の形態と同様に動作する。

[0207] このような本発明の第10の実施の形態の虹彩撮像カメラ40によっても、第7の実施

の形態と同様に、合焦度特性が異なる第1および第2の撮像モードの各々で撮像された虹彩画像の合焦度の相違に基づいて被写体までの距離を判定するので、この判定された距離に基づいて、被撮像者を適切な位置に誘導できる。

[0208] さらに、虹彩撮像カメラ40は、第7の実施の形態と同様に、共通光軸上で互いにずれた合焦範囲を有しており、被写体である虹彩が第1および第2の合焦範囲のいずれかに位置すれば焦点の合った虹彩像が得られるので、オートフォーカス機能を備えない簡単な構成で、虹彩までの距離が広い範囲でピントの合った虹彩像が得られる。

[0209] (第11の実施の形態)

次に、本発明の第11の実施の形態の虹彩認証システム11を図25に示す。本実施の形態の虹彩撮像カメラ50は、撮像光学系51、撮像素子52、画像処理部53を備えている。

[0210] 撮像光学系51は、ハーフミラー511、ミラー512〜516、第1のレンズ群517および第2のレンズ群518からなる。第1のレンズ群517と第2のレンズ群518は、同じ構成であり、いずれも深さの合焦範囲を持った単焦点のレンズ群である。また、第1および第2のレンズ群517、518は、光軸が互いに平行になるように配置されている。

[0211] ハーフミラー511は、第1のレンズ群517の光軸の延長線上に配置されており、被写体側からの入射光の一部を下方に反射させる向きに保持されている。撮像素子52は、第1のレンズ群517にて結像された虹彩像が上部領域に投影されるように配置されている。ミラー512〜514は、ハーフミラー511にて反射した光が順に反射して第2のレンズ群518に入射するように配置されている。また、ミラー515、516は、第2のレンズ群518を透過した光が順に反射して、第2のレンズ群518の光軸と平行な向きで撮像素子52の下部領域に投射されるように配置されている。

[0212] 撮像素子52は、撮像面上に投影された虹彩像を電気信号に変換する固体撮像素子からなる。画像処理部53は、撮像素子52から出力される電気信号に対してA/D変換等の処理を行い、虹彩像の画像データを生成する機能を有している。

[0213] 本実施の形態では、ハーフミラー511および第1のレンズ群517によって第1の分岐光学系が構成され、ハーフミラー511およびミラー512〜516および第2のレンズ

群518によって第2の分岐光学系が構成されている。そして、ハーフミラー511の位置が両分岐光学系の光軸の分岐点となる。撮像光学系51は、虹彩撮像カメラ50の外部に、共通光軸を有している。

[0214] 第1の分岐光学系は、共通光軸上に位置する虹彩からの光が、ハーフミラー511および第1のレンズ群517を通過して、撮像素子52の上部領域に到る第1の分岐光路を通過するように構成されている。また、第2の分岐光学系は、共通光軸上に位置する虹彩からの光が、ハーフミラー511、ミラー512〜514、第2のレンズ群518およびミラー515、516を通過して撮像素子52の下部領域に到る第2の分岐光路を通過するように構成されている。

[0215] 上記のように構成された虹彩撮像カメラ50は、第1および第2の撮像モードを有し、それぞれの撮像モードで被写体である虹彩を撮像する。すなわち、虹彩からの光が第1の分岐光路を通過して、撮像素子52にて虹彩像が結像される状態が第1の撮像モードであり、虹彩からの光が第2の分岐光路を通過して撮像素子52にて虹彩像が結像される状態が第2の撮像モードである。本実施の形態では、虹彩撮像カメラ50は、第1の撮像モードによる虹彩像の撮像と第2の撮像モードによる虹彩像の撮像を同時に行う。

[0216] 本実施の形態では、第1および第2の分岐光路の光路長の差分が、第1および第2の分岐光学系の合焦範囲の深さと等しくなるように撮像光学系51を設計することにより、第1の撮像モードの合焦範囲と第2の撮像モードの合焦範囲とが重複することなく隣接し、拡大合焦範囲の全領域でいずれかの撮像モードによりピントが合うようにしている。

[0217] 本実施の形態の虹彩撮像カメラ50にて取得される画像データは、第5の実施の形態の虹彩撮像カメラ50にて取得される画像データと同じである。図13は、本実施の形態の虹彩撮像カメラ50にて取得される画像データを示す図である。上記のように、本実施の形態では、第1の撮像モードの合焦範囲17と第2の撮像モードの合焦範囲18とが連続して拡大合焦範囲が形成されているので、被写体である虹彩が、この拡大合焦範囲内にあるときは、画像データの上部領域および下部領域の一方でピントの合った虹彩像が得られ、他方の領域ではピントのボケた虹彩像が得られる。図13

の例では、被写体である虹彩が第1の撮像モードの合焦範囲17内に位置しているときに得られる画像データを示している。画像データの上部領域は、ピントの合った虹彩画像であり、下部領域はボケた虹彩画像である。

[0218] 図25に戻って、本実施の形態の虹彩認証装置90は、上部合焦度判定部961、下部合焦度判定部962、総合判定部95および切出部89を備えている。上部合焦判定部821および下部合焦判定部822は、画像キャプチャ部91から出力された画像データを用いて、画像データ中の上部領域および下部領域の画像（上部虹彩画像および下部虹彩画像）の合焦度を算出して、被写体距離判定部97に出力する機能を有している。上部合焦度判定部961および下部合焦度判定部962は、さらに、算出された合焦度と予め記憶されているしきい値とを比較することにより合焦判定を行い、合焦度判定の結果を被写体距離判定部97および総合判定部95に出力する機能を有している。

[0219] 被写体距離判定部97は、上部合焦判定部821および下部合焦判定部822から、上部虹彩画像および下部虹彩画像の合焦度を受け、これらの合焦度の相違に基づいて被写体である虹彩までの距離を判定する機能を有している。被写体距離判定部97は、さらに、虹彩までの距離の判定結果と上部合焦判定部821および下部合焦判定部822から出力された合焦判定の結果に基づいて、近づけ誘導信号、遠ざけ誘導信号、誘導不要信号または判定不能信号を誘導ガイダンス部99に出力する機能を有している。これらの信号を出力するための虹彩は、第7の実施の形態と同様である。被写体距離判定部97は、また、誘導ガイダンス部99に誘導不要信号を出力するときには、総合判定部95に対しても誘導不要信号を出力する。

[0220] 総合判定部95は、被写体距離判定部97から誘導不要信号を受けると、それに対応して、上部合焦判定部821および下部合焦判定部822から、合焦判定の結果を取り込む機能を有している。そして、総合判定部95は、上部合焦判定部821で上部領域がピントの合った画像であると判断されたときは、切出部98に上部切出信号を出力し、下部合焦判定部822で下部領域がピントの合った画像であると判断されたときは、切出部98に下部切出信号を出力する機能を有している。なお、本実施の形態の虹彩撮像カメラ50では、上記のように、第1の撮像モードの合焦範囲17と第2の撮

像モードの合焦範囲18とが重なることなく隣接しているので、上部領域と下部領域の両方でピントの合った画像が得られることはない。

- [0221] 切出部98は、上部切出信号または下部切出信号を受けると、それらの信号に従って、画像キャプチャ部91から出力された画像データの上部領域または下部領域から虹彩画像を切り出して、虹彩認証用の画像データとして虹彩認証処理部92に出力する機能を有している。
- [0222] 虹彩認証装置90は、誘導ガイダンス部99、虹彩認証処理部92、虹彩データベース93および認証結果出力部94を備えているが、これらの構成は第7の実施の形態の虹彩認証装置60と同様であるので、説明を省略する。
- [0223] 以上のように構成された虹彩撮像カメラ5について、図26を用いてその動作を説明する。まず、画像キャプチャ部91は、画像処理部53から画像データを取り込んで、上部合焦度判定部961および下部合焦範囲判定部822に出力する(ステップS261)。そして、上部合焦判定部821および下部合焦判定部822は、画像データ中の上部虹彩画像および下部虹彩画像の合焦度を算出して、さらに、合焦判定を行い、算出された合焦度と合焦判定の結果を被写体距離判定部97に出力する(ステップS262)。
- [0224] 被写体距離判定部97は、上部合焦判定部821および下部合焦判定部822にて算出された上部虹彩画像および下部虹彩画像の合焦度の相違に基づいて、虹彩までの距離を判定し(ステップS263)、上部合焦判定部821および下部合焦判定部822での合焦判定の結果に基づいて、虹彩までの距離が拡大合焦範囲内であるか否かを判断する(ステップS264)。虹彩が拡大合焦範囲内になれば(ステップS264にてNO)、虹彩までの距離が、拡大合焦範囲の最遠端より遠いか、あるいは拡大合焦範囲の最近端よりも近いかを判断する(ステップS265)。
- [0225] 被写体距離判定部97は、虹彩までの距離が拡大合焦範囲の最近端より近いときは(ステップS265にてNO)、誘導ガイダンス部99に遠ざけ誘導信号を出力する。そして、誘導ガイダンス部99は、遠ざけ誘導信号に基づいて、遠ざけ誘導ランプを点灯させて、音声出力部より被撮像者に対して虹彩撮像カメラ50から遠ざかるように誘導するための音声案内を出力する(ステップS266)。

- [0226] 虹彩までの距離が拡大合焦範囲の最遠端より遠いときは(ステップS265にてYES)、被写体距離判定部97は、誘導ガイダンス部99に近づけ誘導信号を出力する。そして、誘導ガイダンス部99は、近づけ誘導信号に基づいて、近づけ誘導ランプを点灯させて、音声出力部より被撮像者に対して虹彩撮像カメラ50に近づくように誘導するための音声案内を出力する(ステップS267)。
- [0227] ステップS266またはステップS267の次に、処理の開始から所定の制限時間が経過したかを判断する(ステップS268)。そして、制限時間を未だ経過していない場合には(ステップS268にてNO)、ステップS261に戻って、再度、虹彩撮像カメラ50で取得された画像データを取り込む。そして、ステップS262による合焦度の算出およびステップS263による被写体距離の判定を経て、ステップS264にて虹彩が拡大合焦範囲内であるか否かを判断する。被撮像者が、ステップS266またはステップS267での誘導に従って移動すると、被撮像者の虹彩は拡大合焦範囲内に入る。
- [0228] 虹彩が拡大合焦範囲内にあると判断されると(ステップS264にてYES)、総合判定部95、切出部98、虹彩認証処理部92および虹彩データベース93を用いて認証処理が行われ、認証結果出力部94より認証結果信号が出力されて(ステップS269)、処理が終了する。また、虹彩が拡大合焦範囲内にあると判断されないまま、制限時間が経過したときには(ステップS268にてYES)、認証処理が行われずに処理が終了する。
- [0229] なお、上記の例では、第1および第2の分岐光学系がそれぞれ第1および第2のレンズ群517、518を備え、両レンズ群にて結像された像を撮像素子52に投影する構成としたが、本発明はこれに限られない。すなわち、第1および第2の分岐光学系に共通のレンズ群を設けて、ハーフミラー511を透過した光を共通のレンズ群の上部領域に入射させ、ハーフミラー511を反射して、ミラー512〜514を反射した光を共通のレンズ群の下部領域に入射させる構成としてもよい。共通のレンズ群の被写界深度が十分に広ければ、共通のレンズ群の後方に設けた撮像素子には、図13に示されるように、上部領域に第1の分岐光路にて結像された虹彩像が投影され、下部領域に第2の分岐光路にて結像された虹彩像が投影される。
- [0230] このような本発明の第11の実施の形態の虹彩撮像カメラ5によっても、第7の実施

の形態と同様に、虹彩までの距離に応じた合焦度特性が異なる第1および第2の撮像モードの各々で撮像された虹彩画像の合焦度の相違に基づいて被写体までの距離を判定するので、この判定された距離に基づいて、被撮像者を適切な位置に誘導できる。

[0231] さらに、虹彩撮像カメラ50は、第7の実施の形態と同様に、共通光軸上で互いにずれた合焦範囲を有しており、被写体である虹彩が第1および第2の合焦範囲のいずれかに位置すれば焦点の合った虹彩像が得られるので、オートフォーカス機能を備えない簡単な構成で、虹彩までの距離が広い範囲でピントの合った虹彩像が得られる。

[0232] なお、以上の説明では、虹彩撮像カメラが、第1および第2の2つの撮像モードを有する例について説明したが、虹彩撮像カメラが3つ以上の撮像モードを有していてもよい。

[0233] また、以上の説明では、本発明のカメラが、虹彩認証のために人の虹彩を撮像するカメラである例を説明したが、本発明のカメラは、これに限られず、被写体を特に限定しない目的で用いられる一般的なカメラであってもよい。

[0234] さらに、以上の説明では、第1および第2のモードの合焦度特性が合焦範囲の深さ程度にずれていて、第1の撮像モードの合焦範囲と第2の撮像モードの合焦範囲が隣接している例を説明したが、本発明はこれに限られない。すなわち、複数の撮像モードごとに、被写体までの距離に応じた合焦度特性が異なっているのであれば、それらの撮像モードで撮像された画像の合焦度は異なっており、その合焦度の相違を用いれば、上記にて説明したようにして被写体までの距離を判定できる。したがって、第1の撮像モードの合焦範囲と第2の撮像モードの合焦範囲が隣接していなくても、被写体までの距離を判定できる。

産業上の利用可能性

[0235] 以上のように、本発明にかかる虹彩撮像カメラは、撮像光学系が共通光軸上で互いにずれた合焦範囲を有しており、被写体である虹彩が複数の合焦範囲のいずれかに位置すれば焦点の合った虹彩像が得られるので、オートズーム機能やオートフォーカス機能を備えない簡単な構成で、虹彩までの距離が広い範囲でピントの合っ

た虹彩像が迅速に得られるという効果を有し、入退室管理システム等に用いられる虹彩撮像カメラとして有用である。

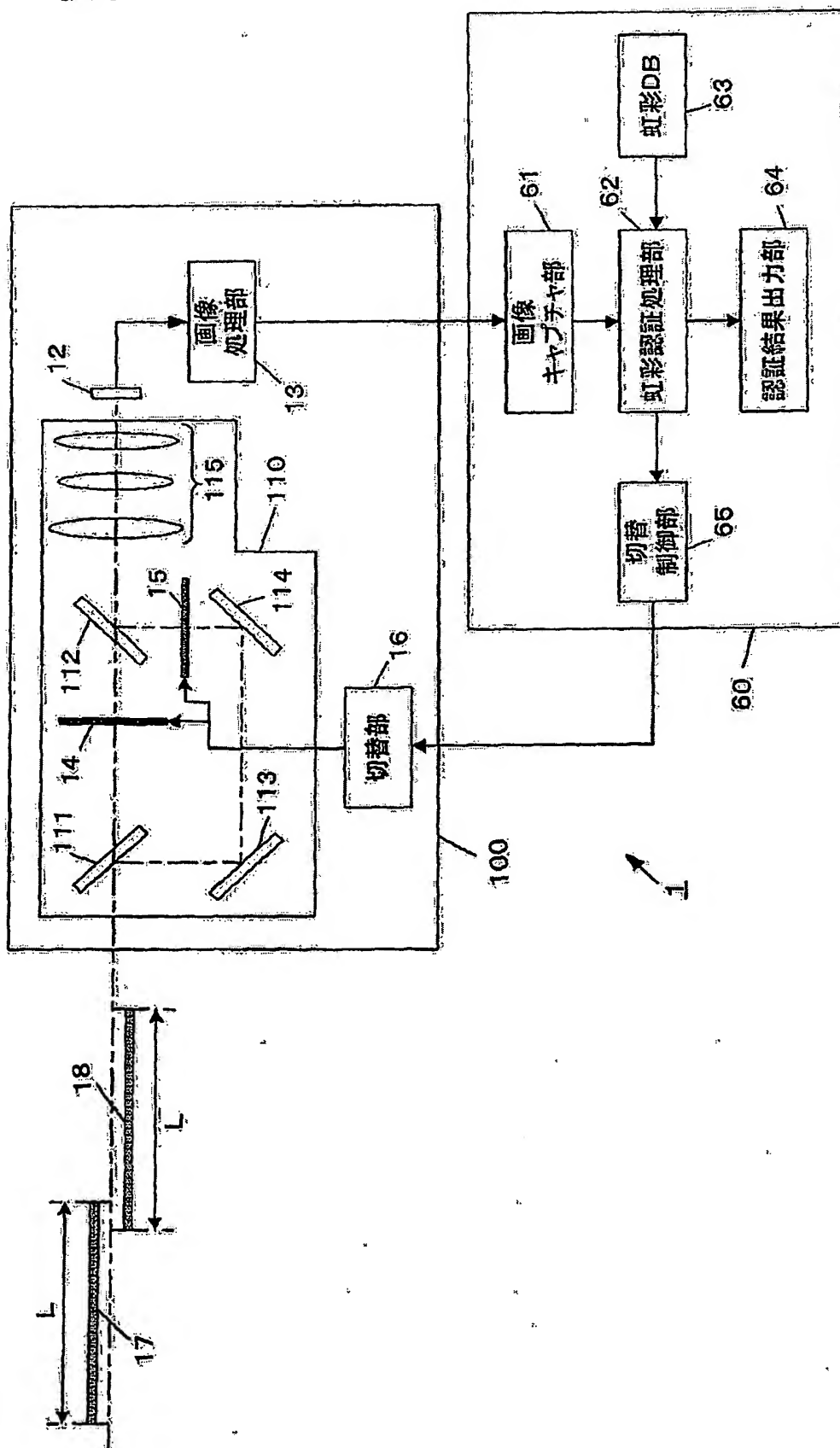
- [0236] また、本発明にかかるカメラは、合焦度特性が異なる複数の撮像モードの各々で撮像された被写体画像の合焦度の相違に基づいて被写体までの距離を判定するので、判定された距離を用いて合焦度の高い画像を撮像できるという効果を有し、虹彩認証のために虹彩を撮像する虹彩撮像カメラ等として有用である。

請求の範囲

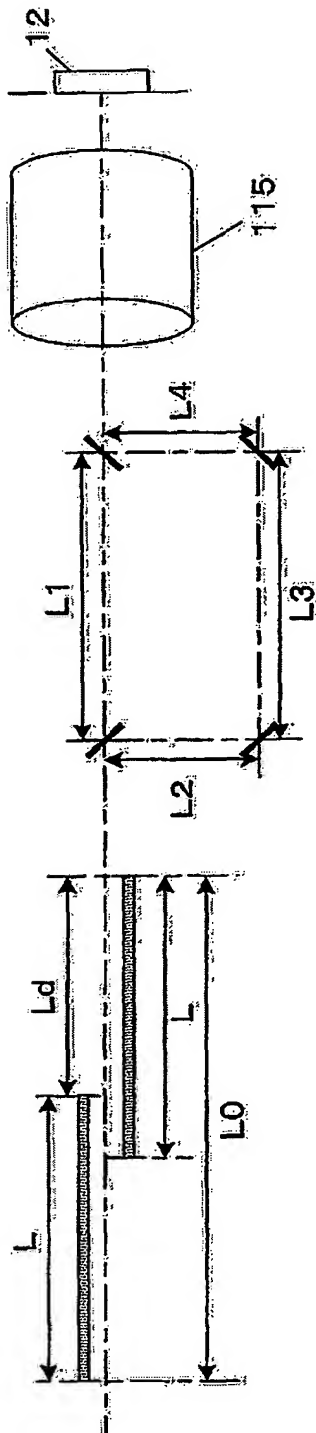
- [1] 虹彩が位置する領域に共通光軸を有すると共に、前記共通光軸から分岐した複数の分岐光軸を有し、複数の分岐光路ごとに前記共通光軸上で互いに異なる複数の合焦範囲を有する撮像光学手段と、
前記複数の分岐光路を通して結像された複数の虹彩像の画像データを撮像する撮像手段と、
を備えたことを特徴とする虹彩撮像カメラ。
- [2] 前記撮像光学手段は、前記複数の合焦範囲が隣接し、前記複数の合焦範囲の全領域に虹彩が位置するときに虹彩認証に適した大きさの虹彩像が得られるように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の虹彩撮像カメラ。
- [3] 前記撮像光学手段は、前記複数の分岐光軸が合流する分岐光軸合流部を有し、
前記撮像手段は、前記分岐光軸合流部に、前記複数の分岐光路を通して結像された虹彩像の画像データを撮像する撮像素子を有することを特徴とする請求項1または2に記載の虹彩撮像カメラ。
- [4] 前記複数の分岐光路を選択的に遮断する遮断手段を備えたことを特徴とする請求項3に記載の虹彩撮像カメラ。
- [5] 反射面の向きを変更可能に保持され、前記反射面の向きを変更することにより、前記複数の分岐光路のいずれかによって虹彩像を結像させるミラーを備えたことを特徴とする請求項3に記載の虹彩撮像カメラ。
- [6] 前記撮像手段は、前記複数の分岐光軸上に配置され、前記複数の分岐光路を通して結像された複数の虹彩像の画像データを撮像する複数の撮像素子を有することを特徴とする請求項1または2に記載の虹彩撮像カメラ。
- [7] 前記撮像手段は、前記複数の分岐光路を通して結像された複数の虹彩像の画像データを撮像する撮像素子を有し、
前記撮像光学手段は、前記複数の虹彩像が前記撮像素子の異なる領域に投影されるように構成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の虹彩撮像カメラ。
- [8] 請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の虹彩撮像カメラと、

- 前記虹彩像の画像データを用いて、虹彩の認証を行う虹彩認証手段と、
を備えたことを特徴とする虹彩認証システム。
- [9] 被写体への合焦度特性が異なる複数の撮像モードで撮像された被写体画像を取得する画像取得手段と、
前記複数の撮像モードで撮像された被写体画像の合焦度の相違に基づいて、前記被写体までの距離を判定する距離判定手段と、
を備えたことを特徴とするカメラ。
- [10] 前記被写体が位置する領域に共通光軸を有すると共に、前記共通光軸から分岐した複数の分岐光軸を有し、前記複数の分岐光軸のそれぞれの分岐光路ごとに前記共通軸上で互いに異なる複数の合焦範囲を有する撮像光学手段を備え、
前記複数の撮像モードは、前記複数の分岐光路を通して被写体像を結像させて、前記被写体画像を撮像する撮像モードであることを特徴とする請求項9に記載のカメラ。
- [11] 虹彩への合焦度特性が異なる複数の撮像モードで撮像された虹彩画像を取得する虹彩画像取得手段と、
前記複数の撮像モードで取得された虹彩画像の合焦度の相違に基づいて、前記複数の撮像モードの各々の前記合焦度特性に対応する複数の合焦範囲の少なくとも1つの中に前記虹彩が入るように被撮像者を誘導する誘導手段と、
を備えたことを特徴とする虹彩撮像カメラ。
- [12] 前記複数の合焦範囲は、隣接して前後に異なっており、
前記誘導手段は、前記虹彩が前記複数の合焦範囲のいずれにも入っていない場所であって、本装置から手前側の合焦範囲に対応する撮像モードにて撮像された第1の虹彩画像の合焦度が奥側の合焦範囲に対応する撮像モードにて撮像された第2の虹彩画像の合焦度よりも高いときには、被撮像者を遠ざけるように誘導し、前記第2の虹彩画像の合焦度が前記第1の虹彩画像の合焦度よりも高いときには、被撮像者を近づけるように誘導することを特徴とする請求項11に記載の虹彩撮像カメラ。
- [13] 前記誘導手段は、表示および音声の少なくとも一方により前記被撮像者を誘導することを特徴とする請求項11または12に記載の虹彩撮像カメラ。

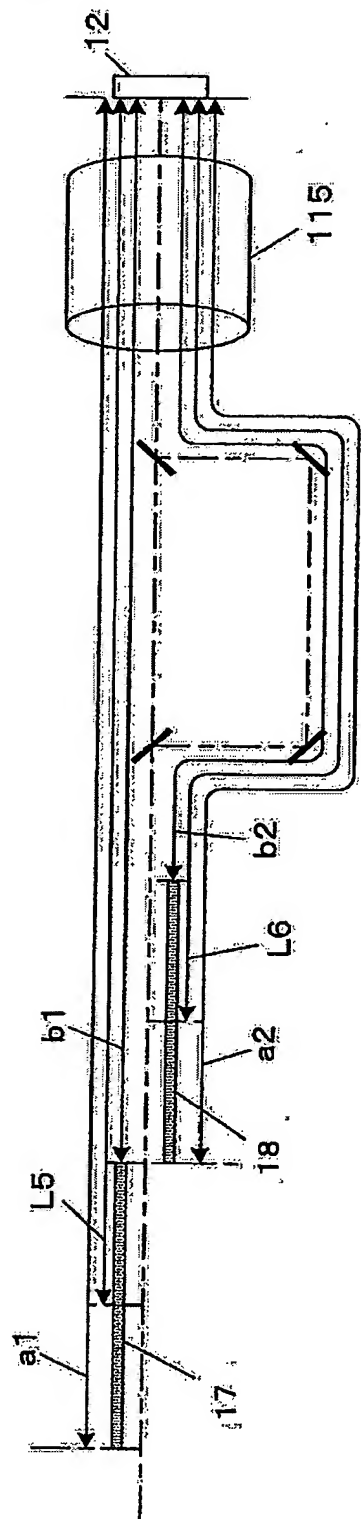
[図1]



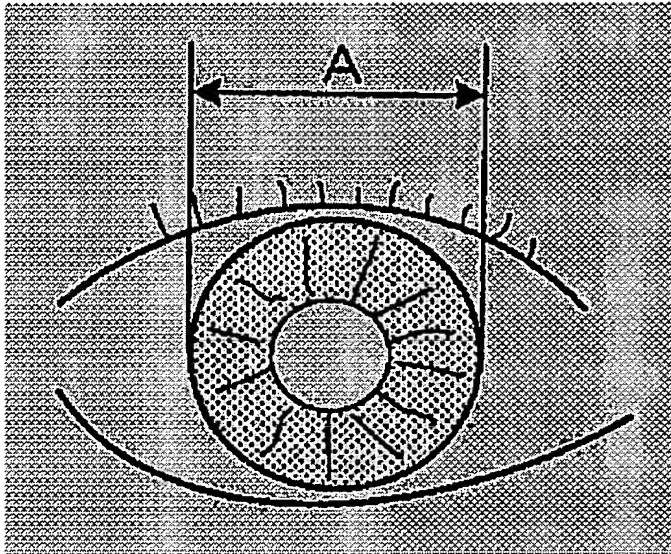
[図2]



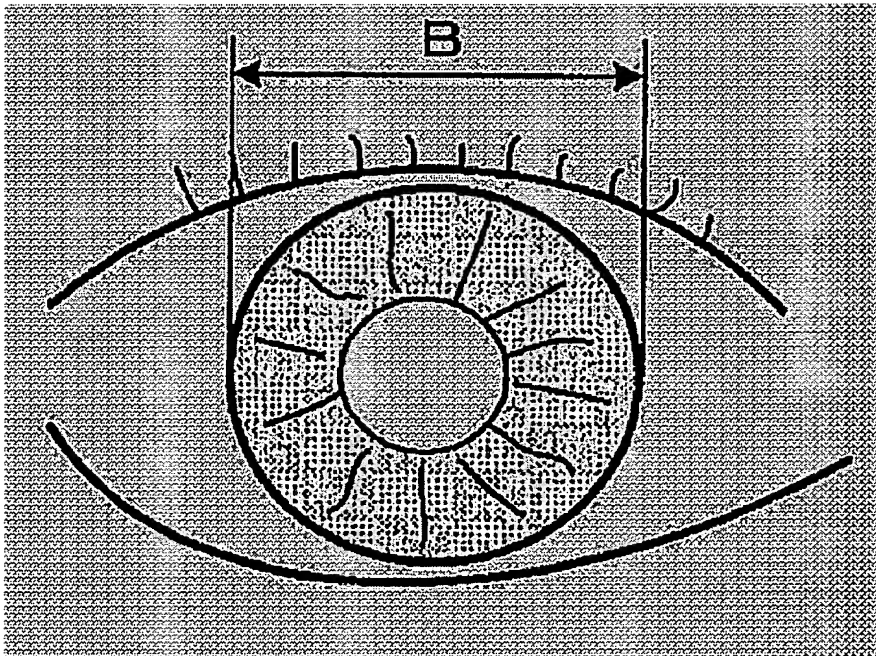
[図3A]



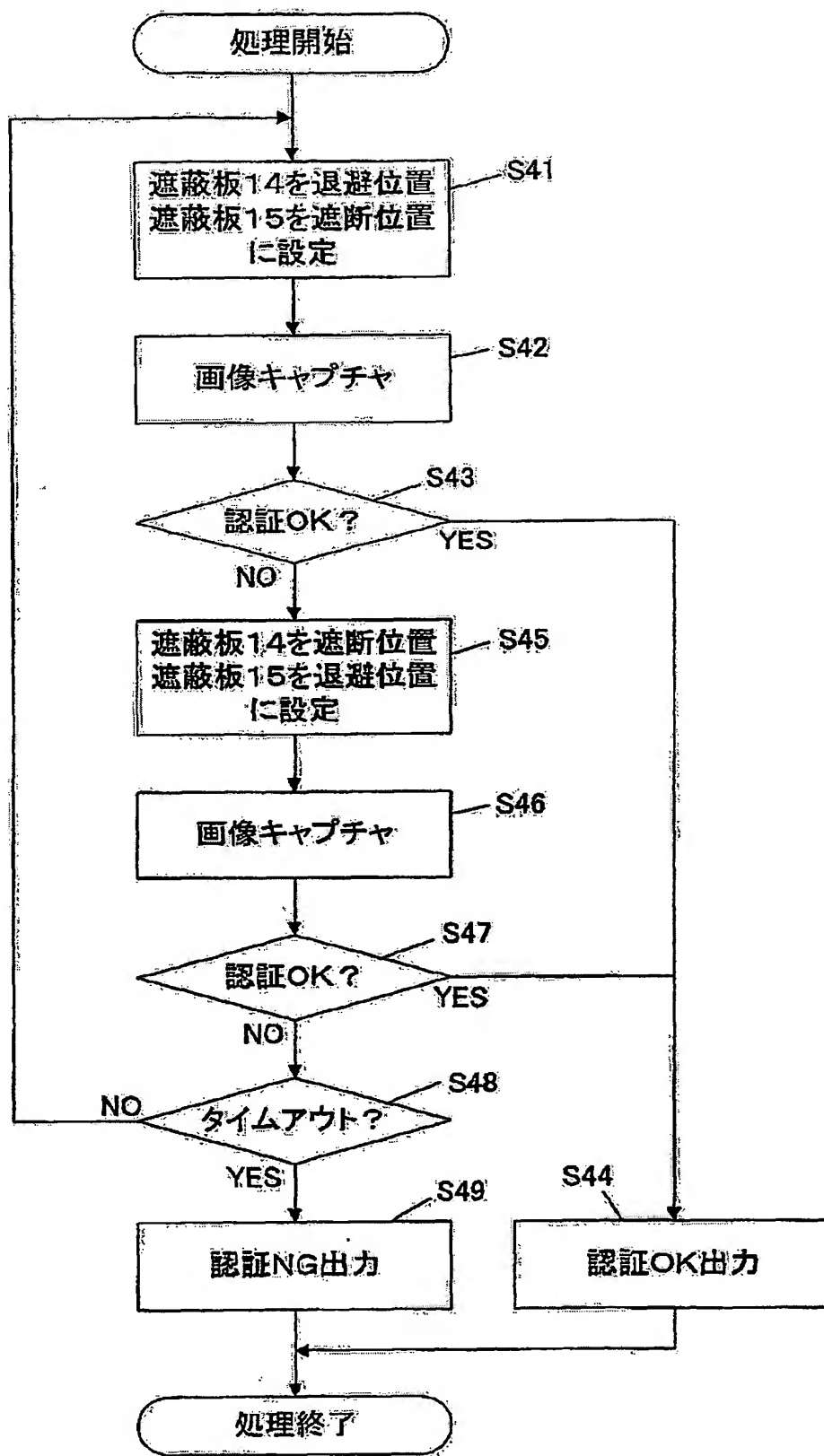
[図3B]



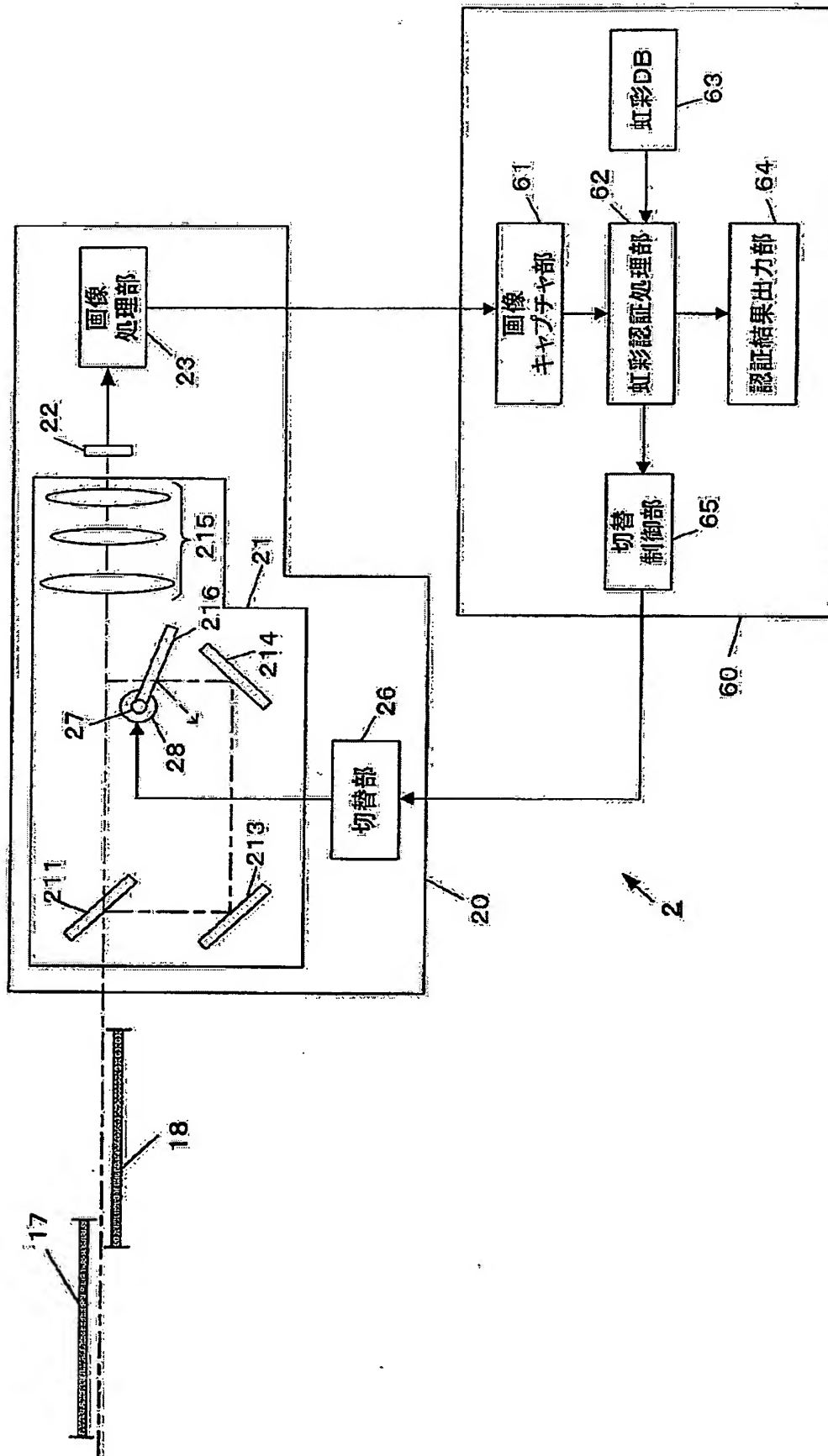
[図3C]



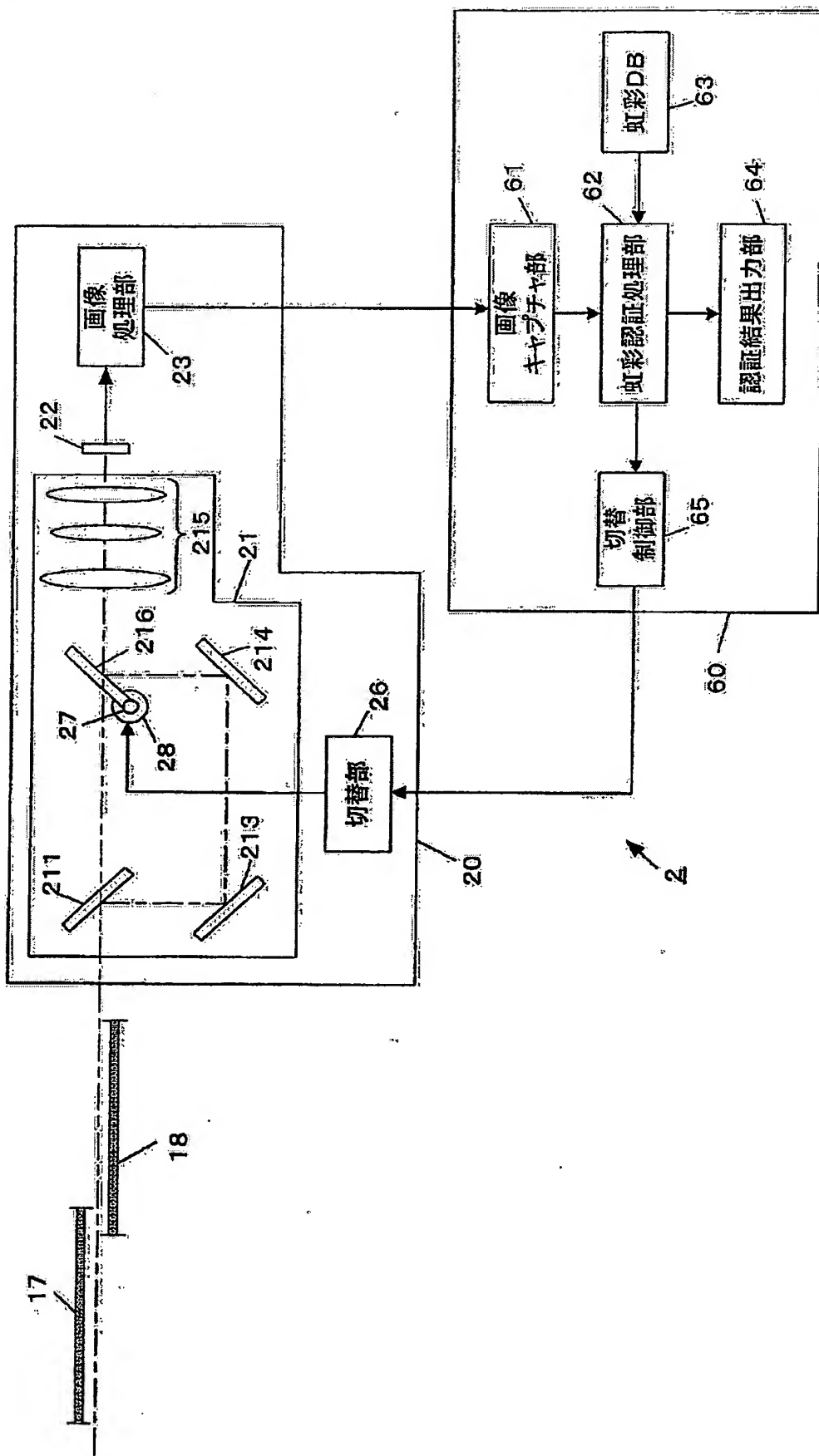
[図4]



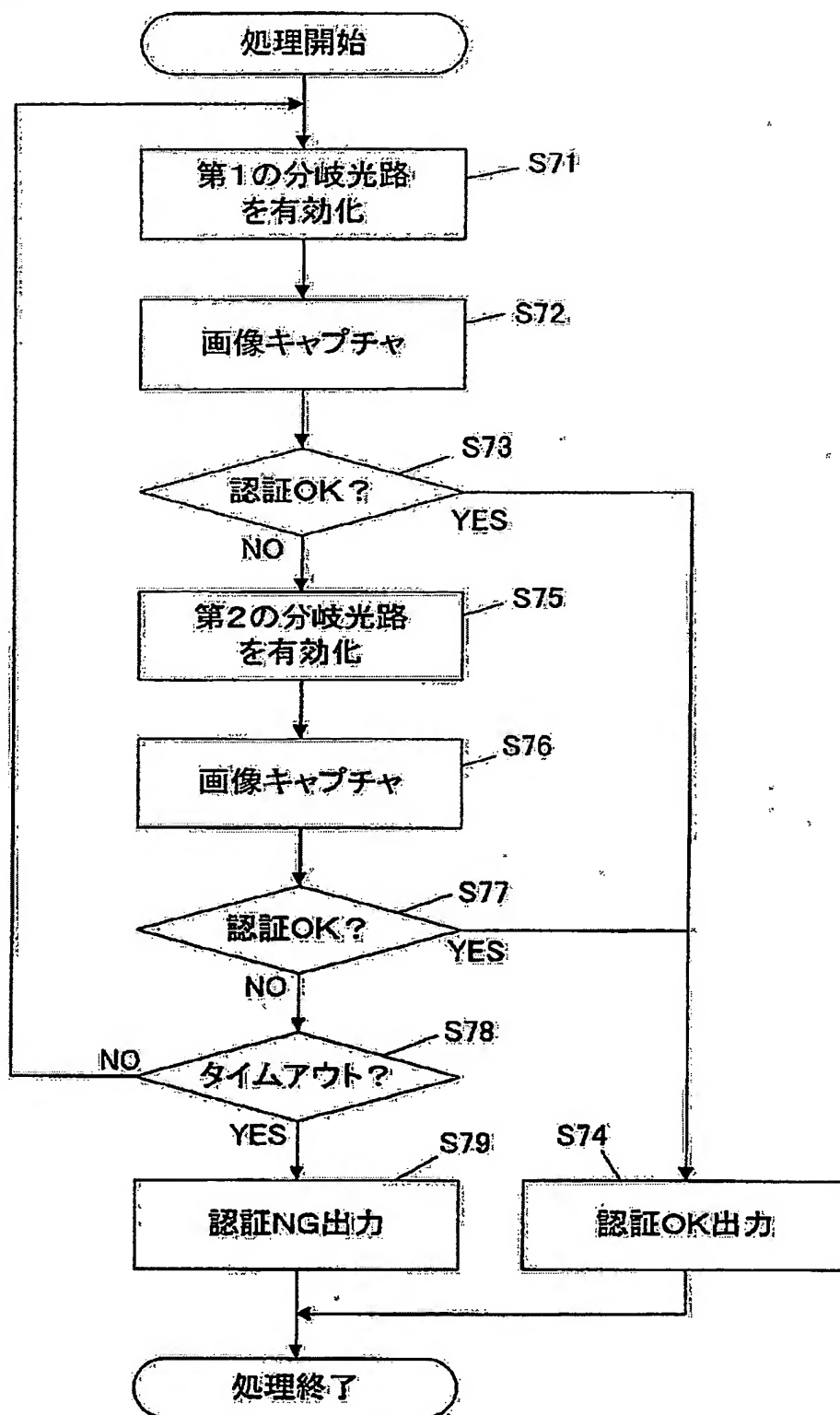
[図5]



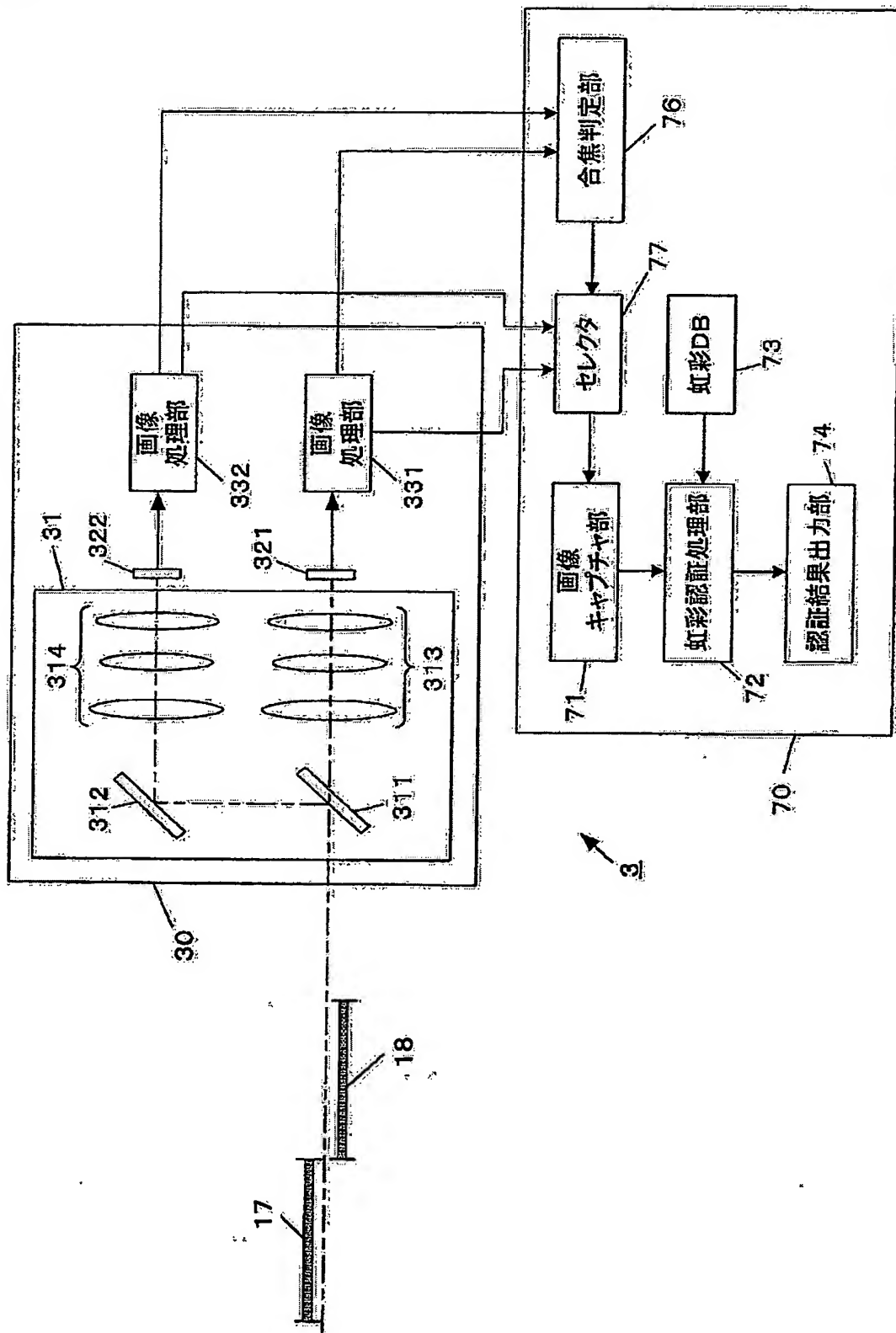
[図6]



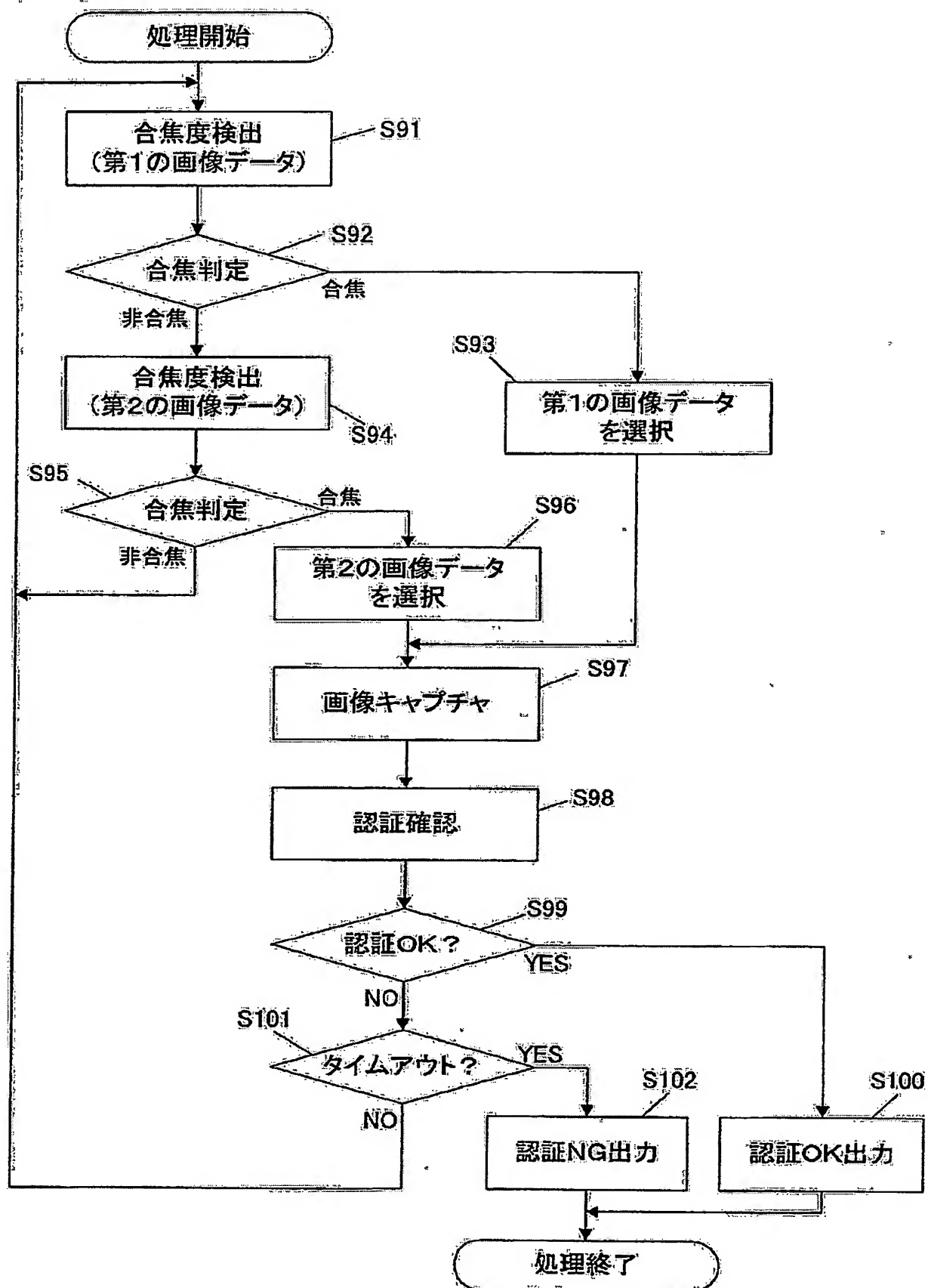
[図7]



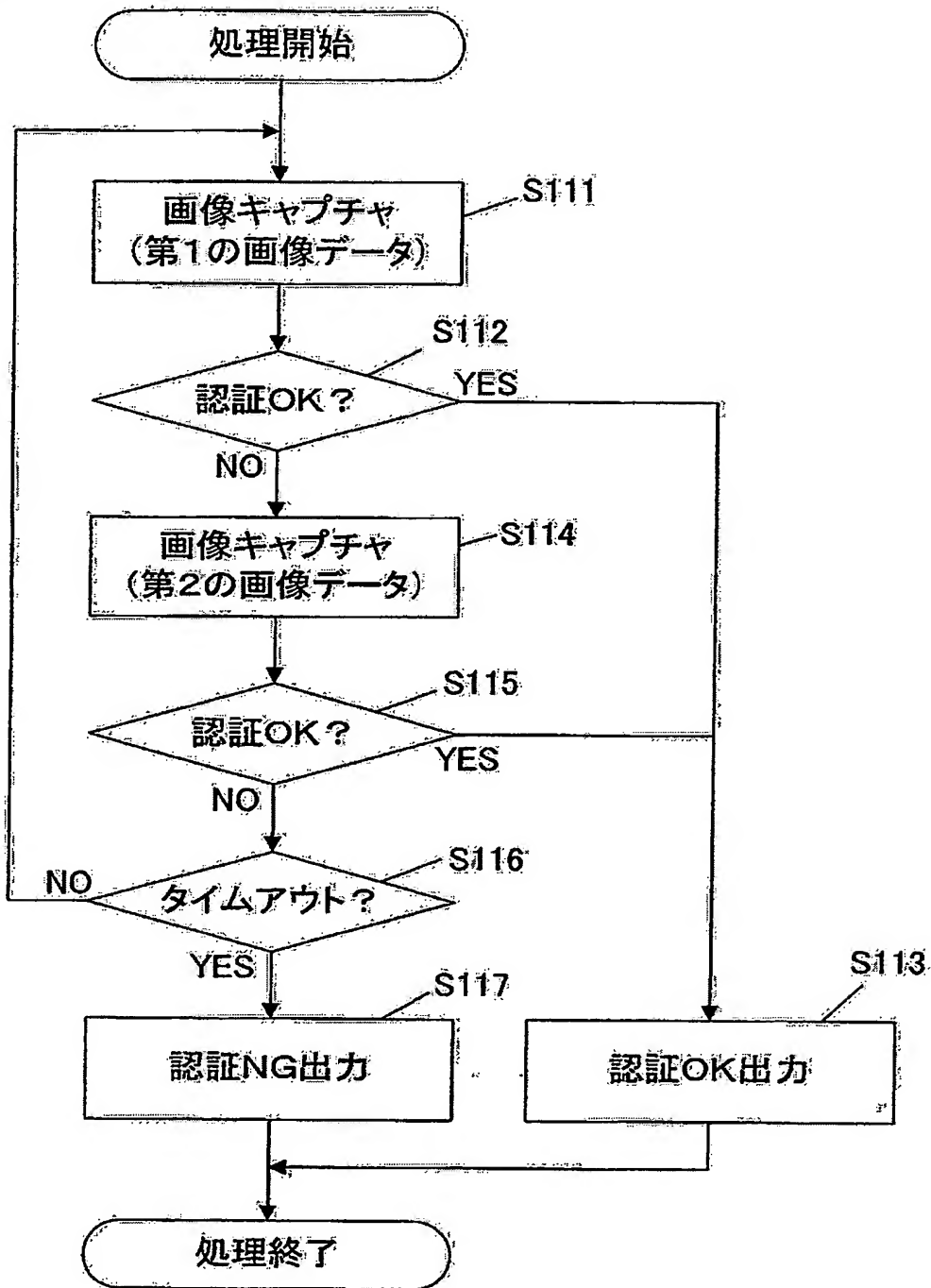
[図8]



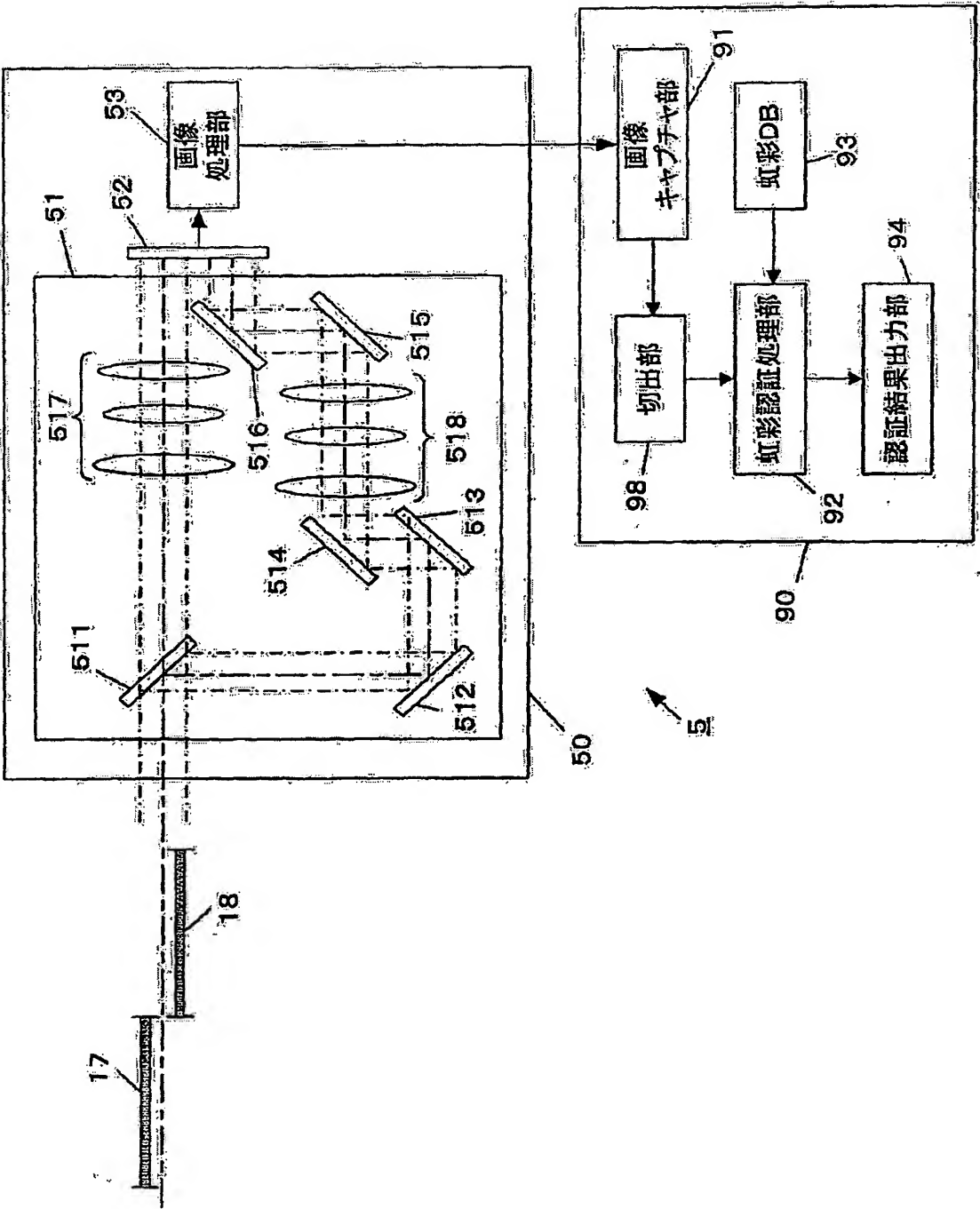
[図9]



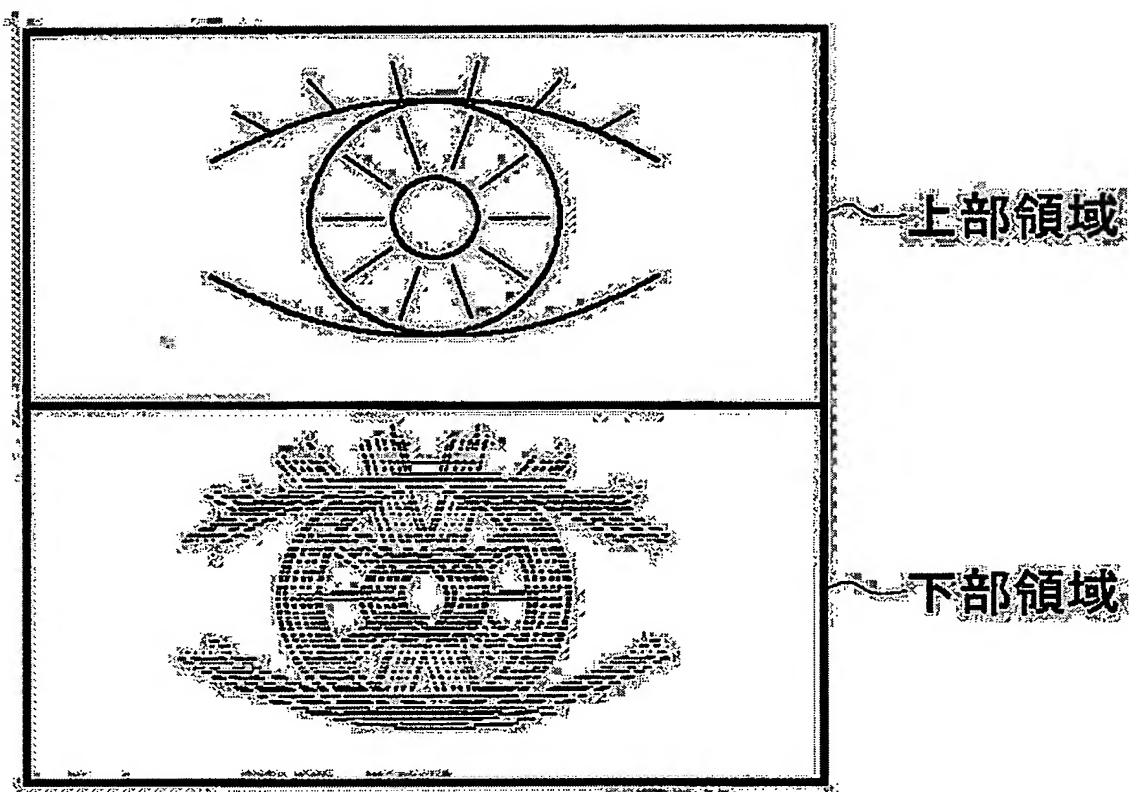
[図11]



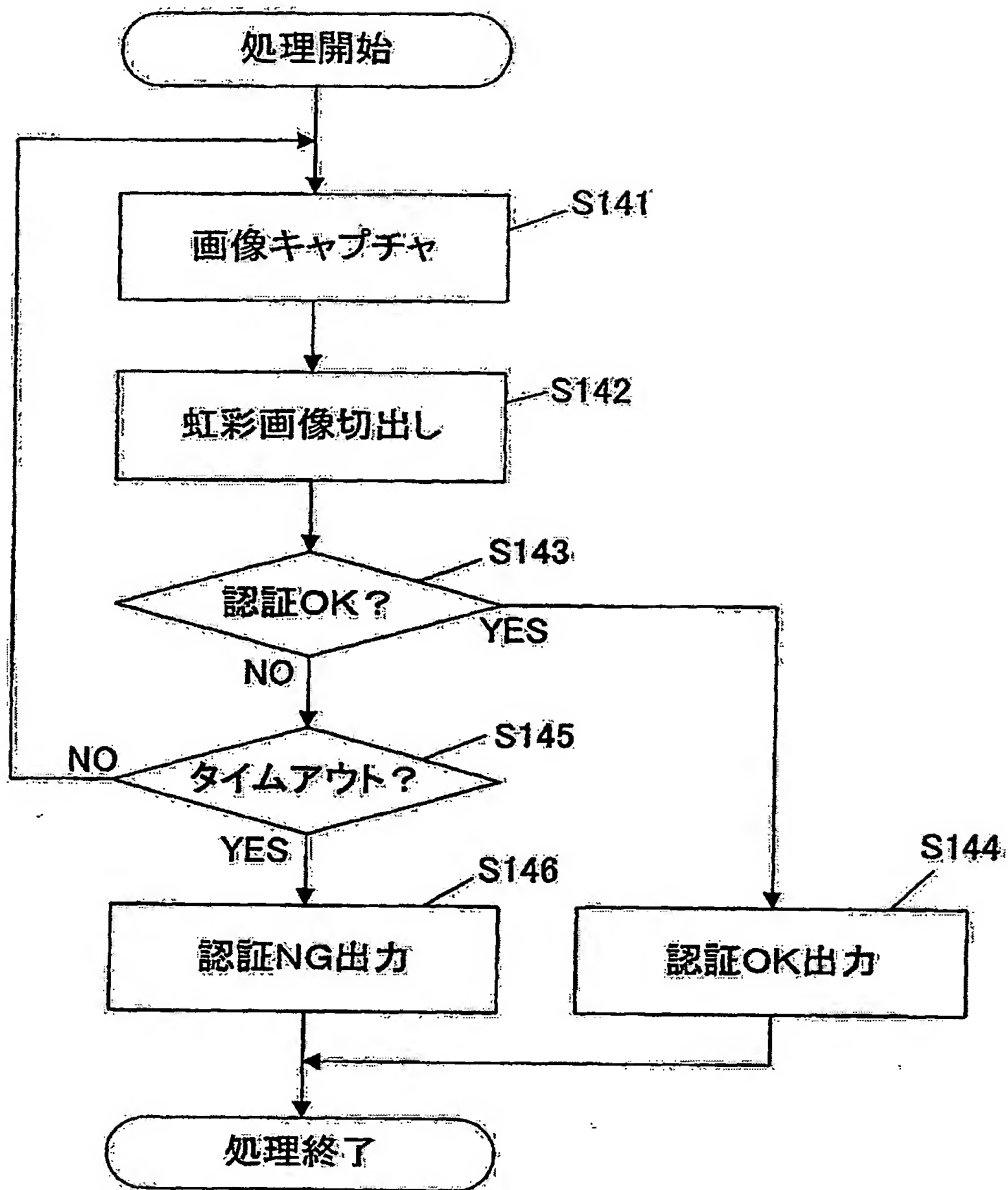
[図12]



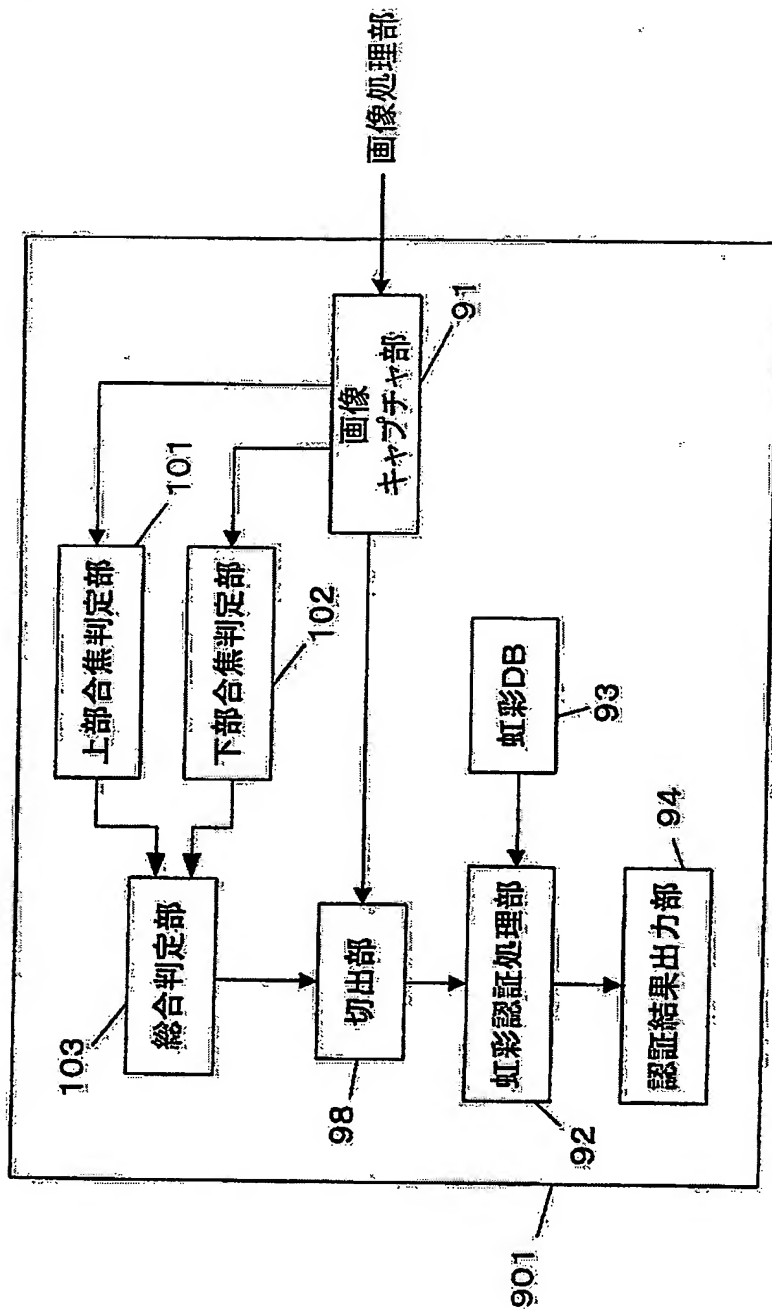
[図13]



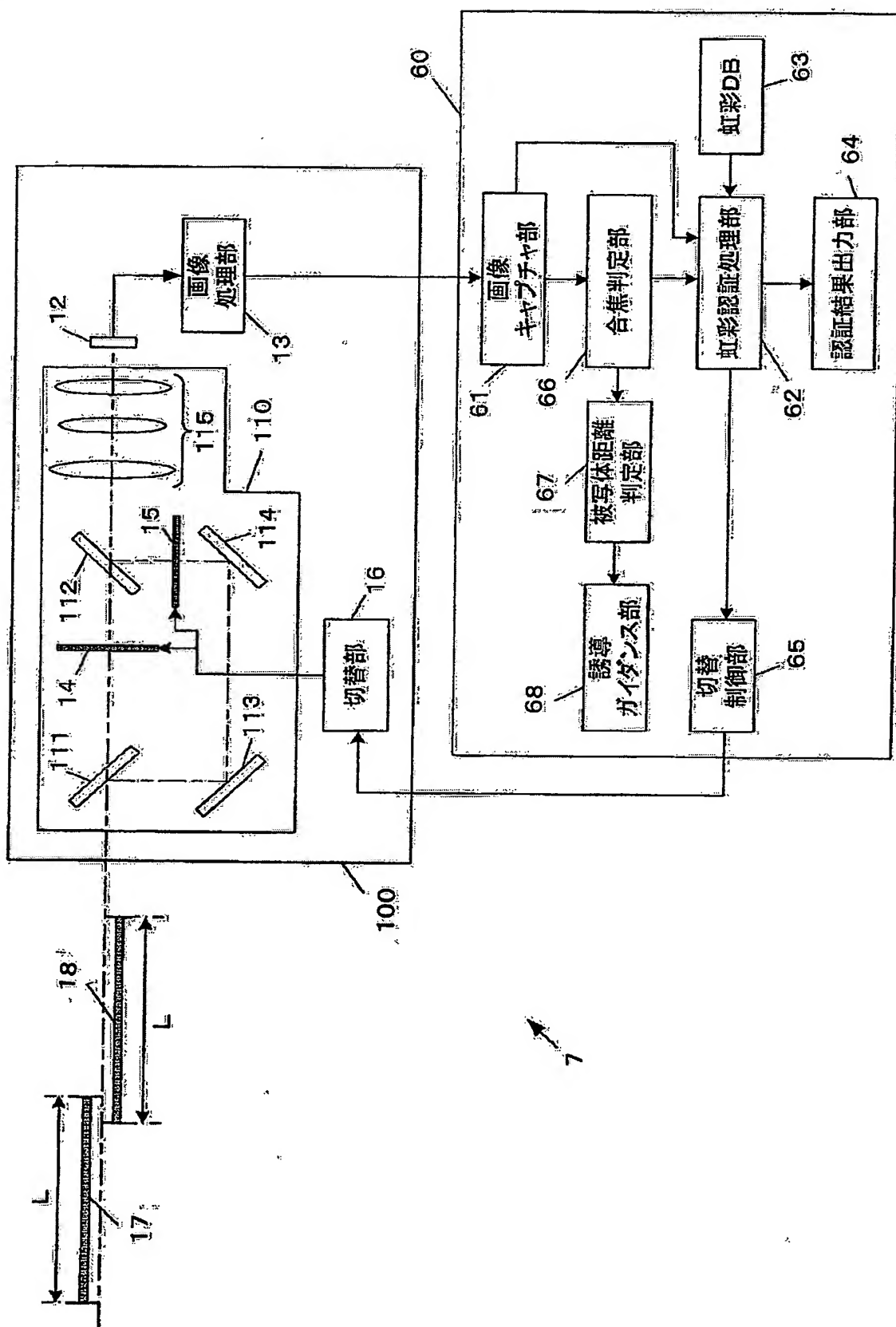
[図14]



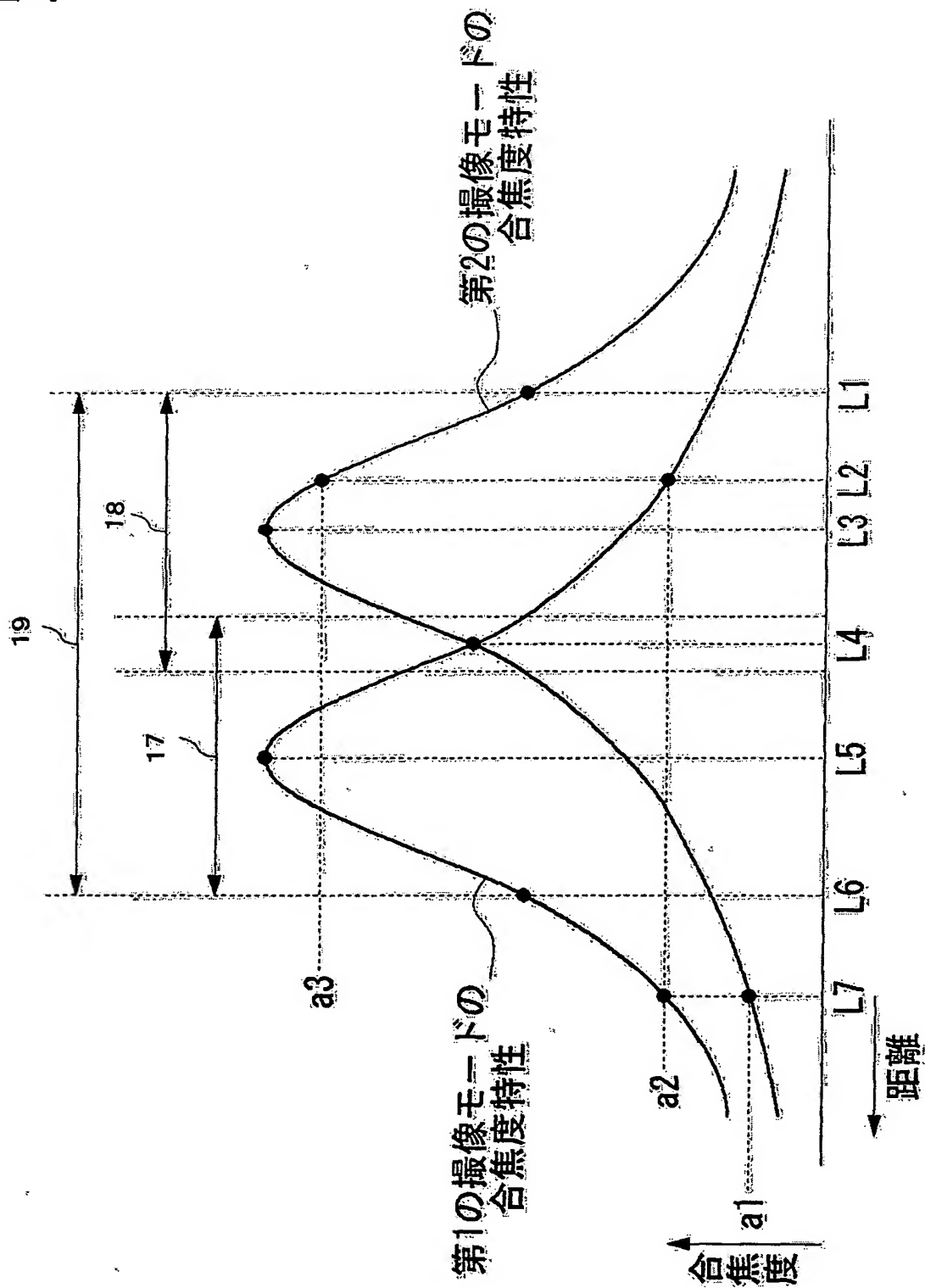
[図15]



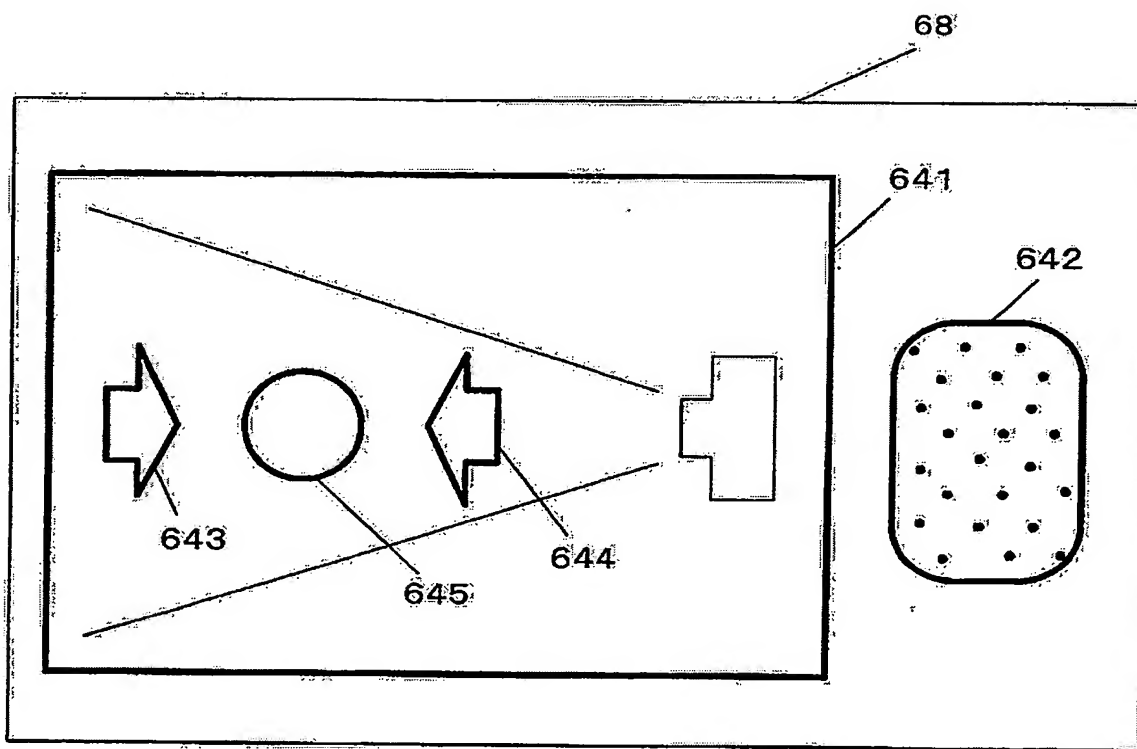
[図16]



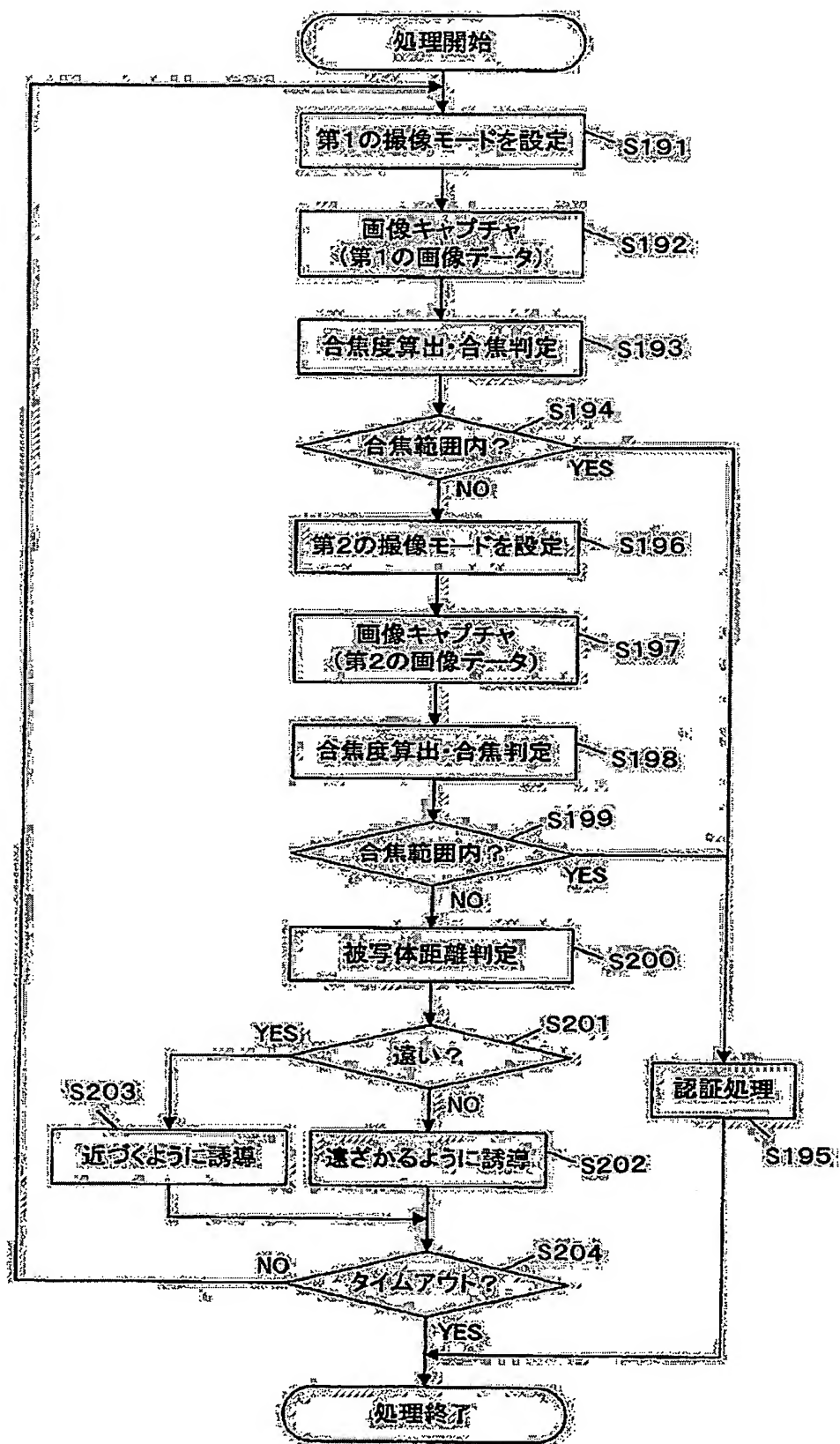
[図17]



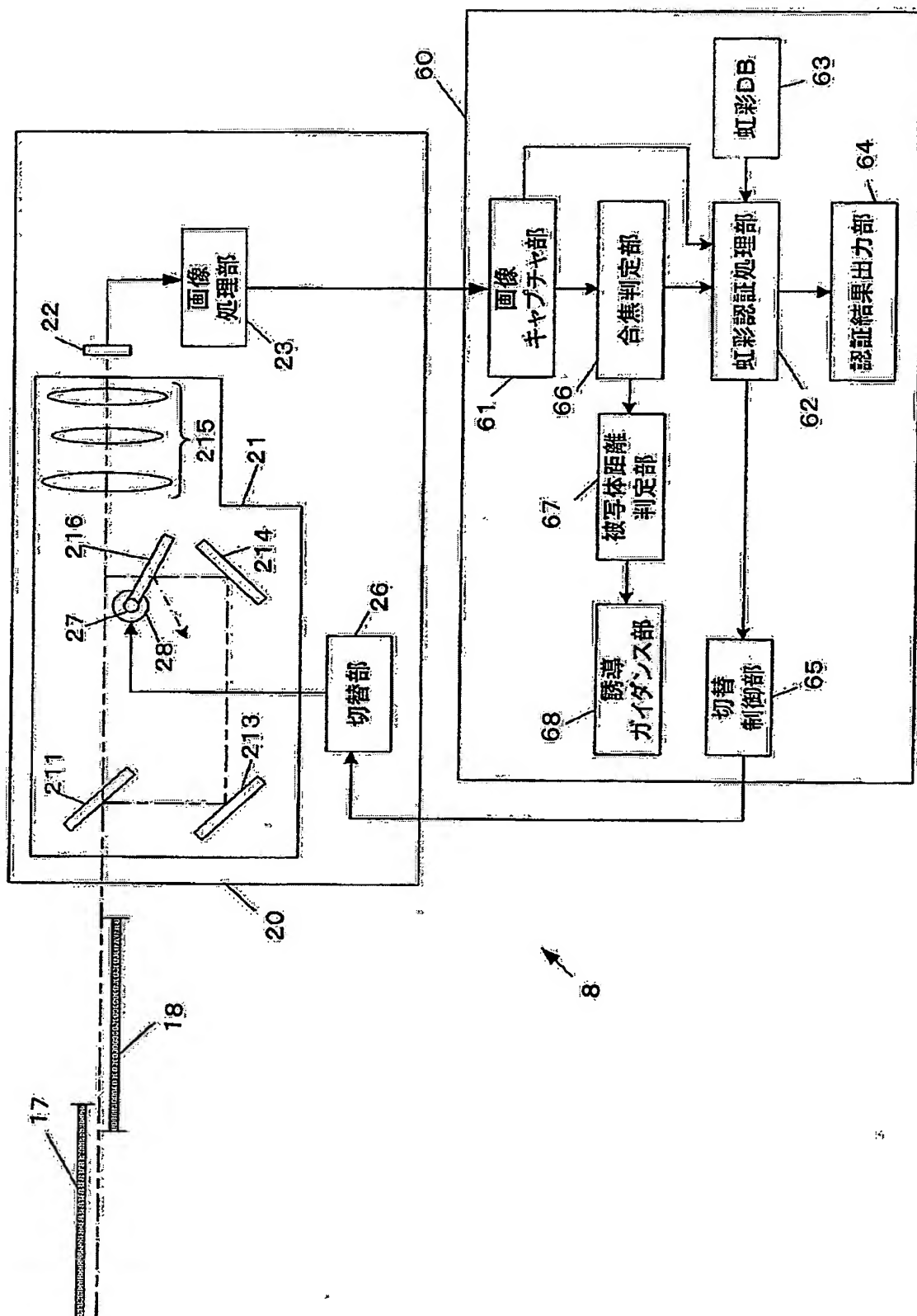
[図18]



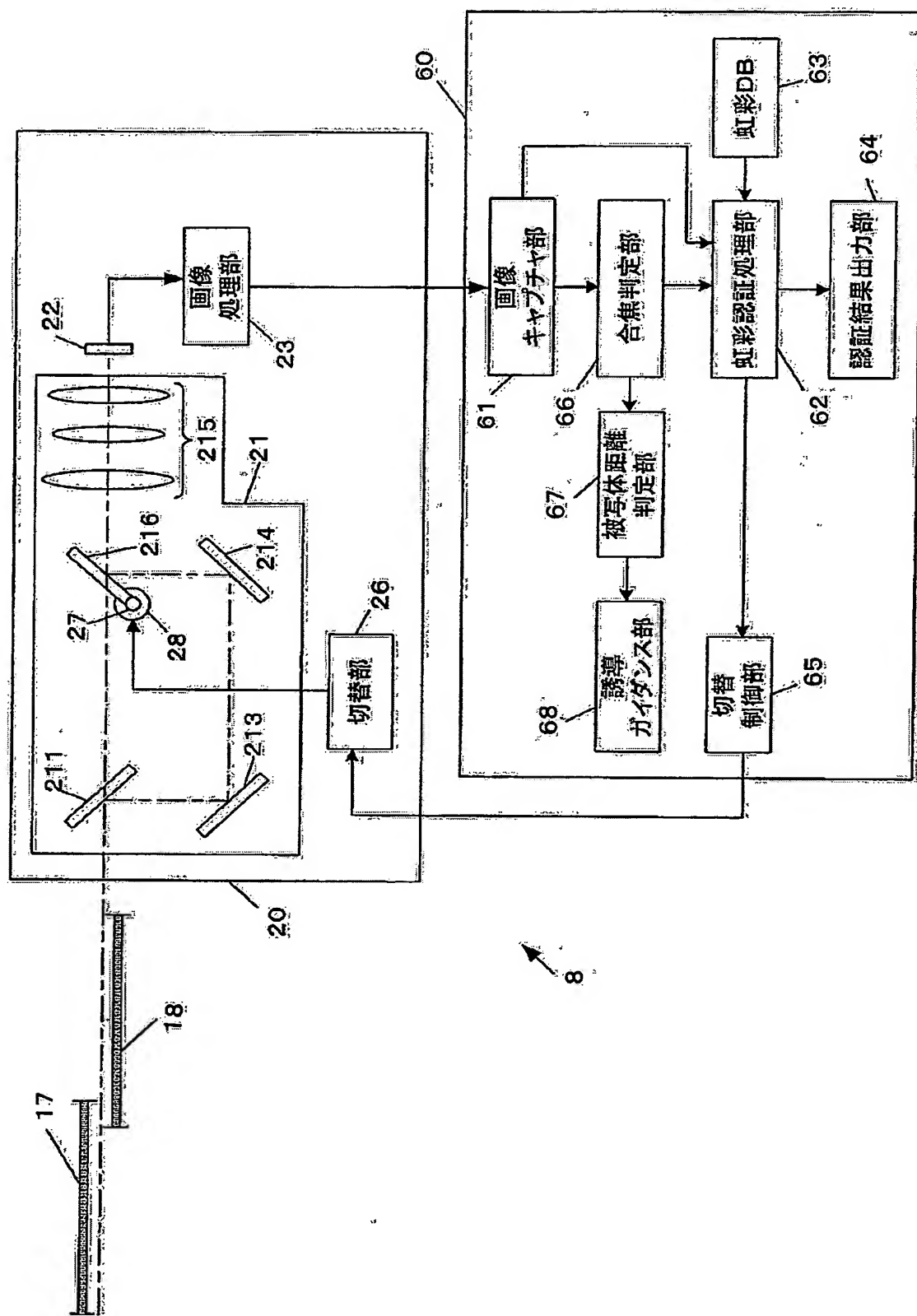
[図19]



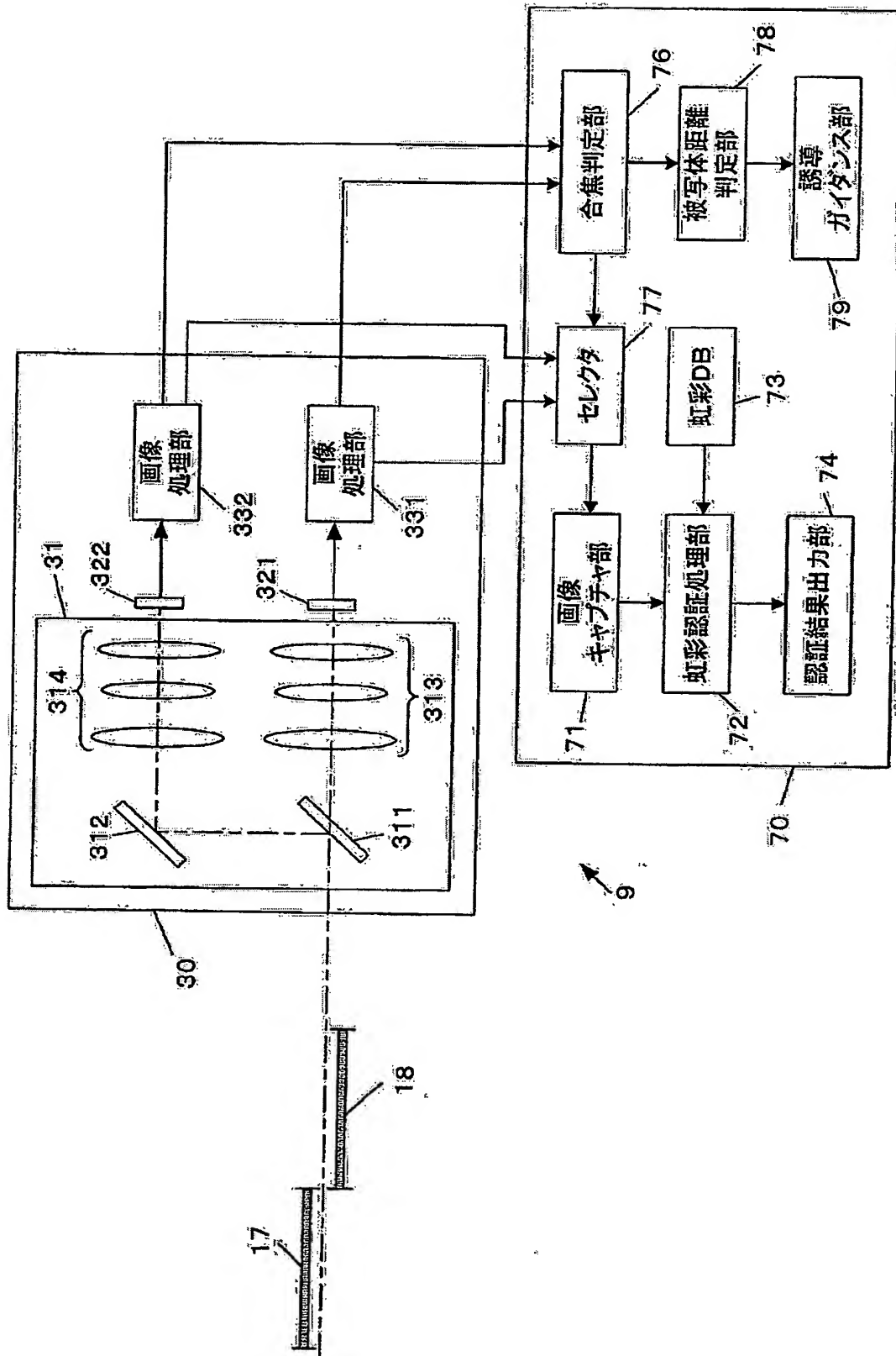
[図20]



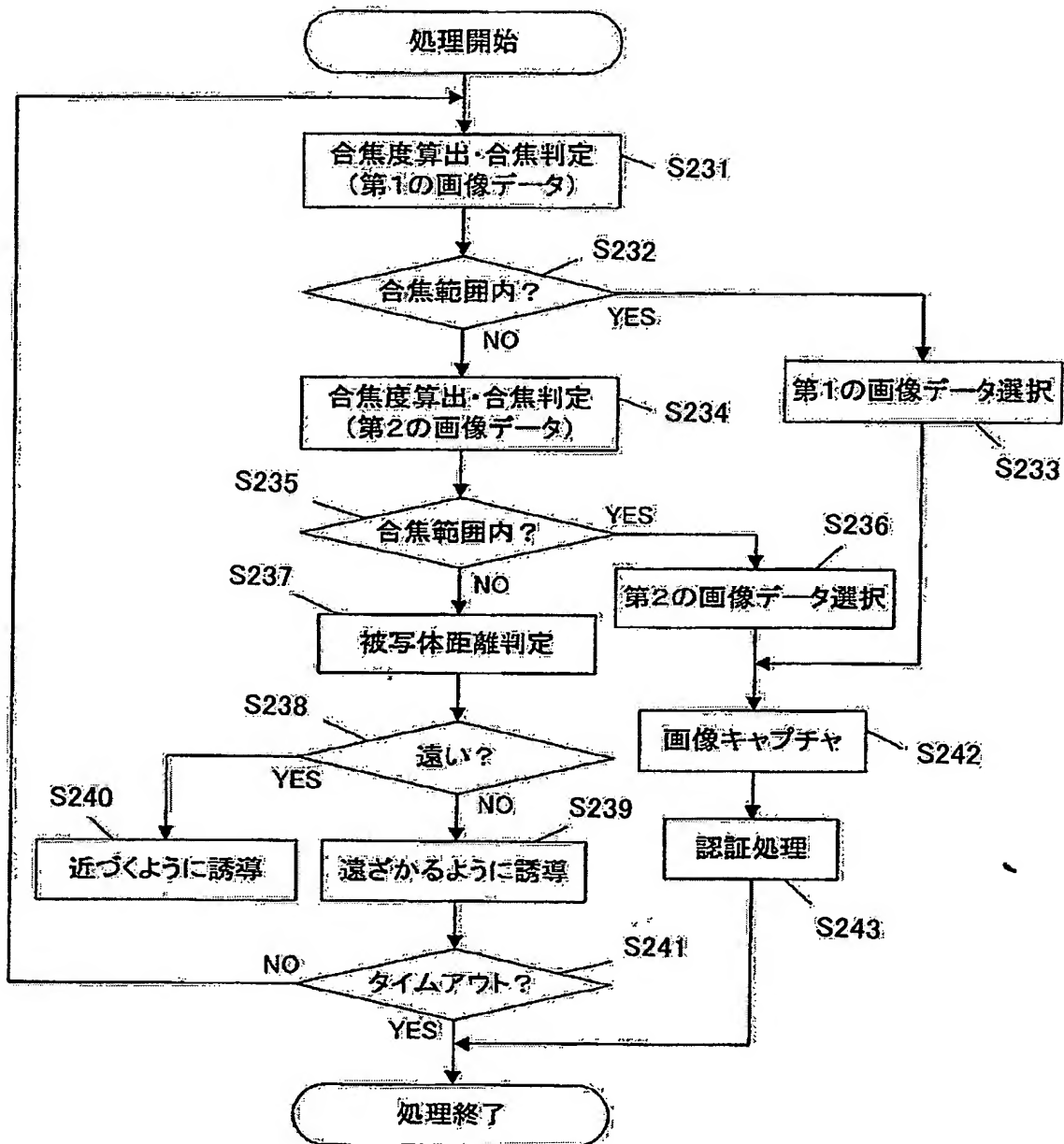
[図21]



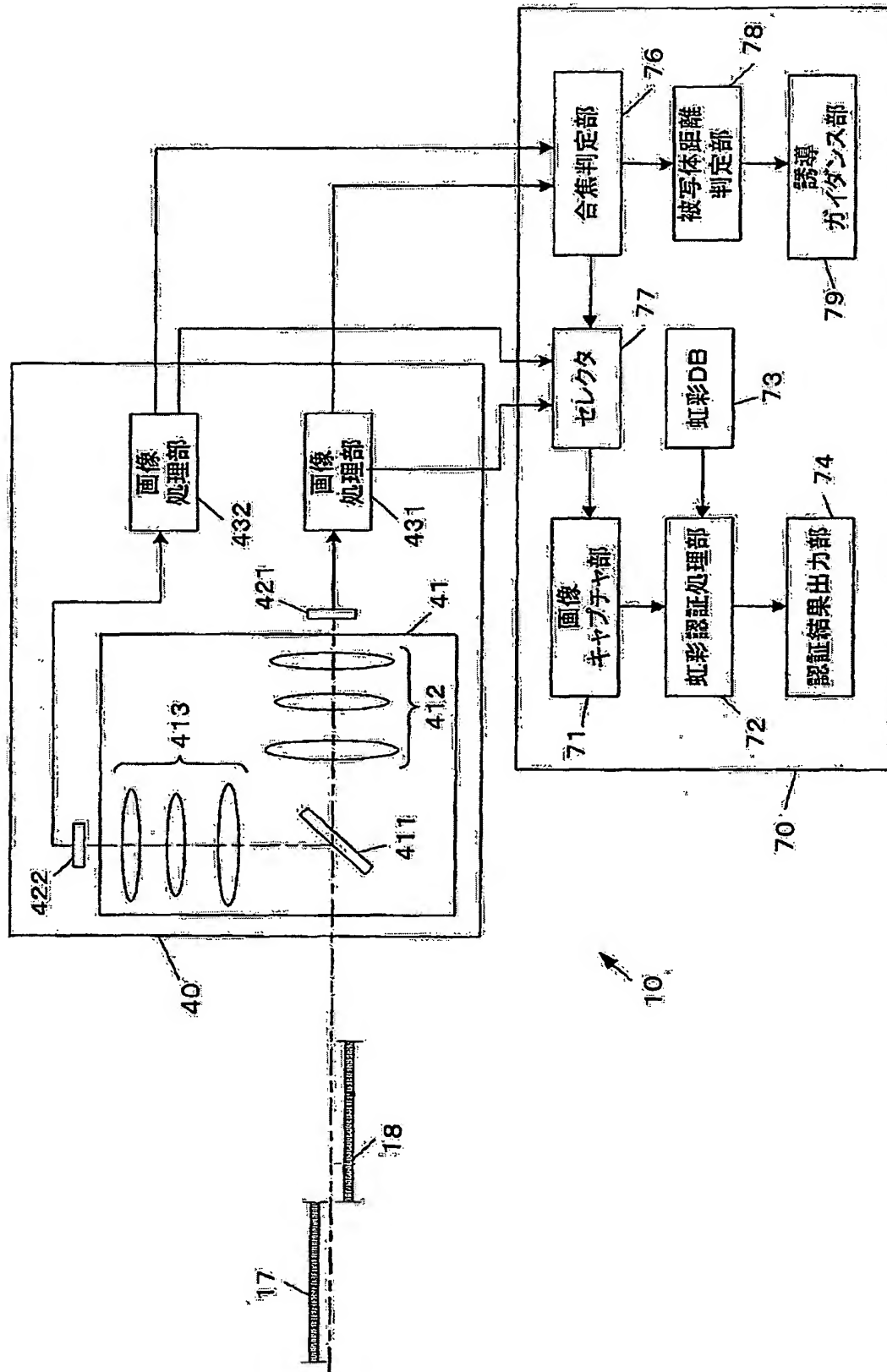
[図22]



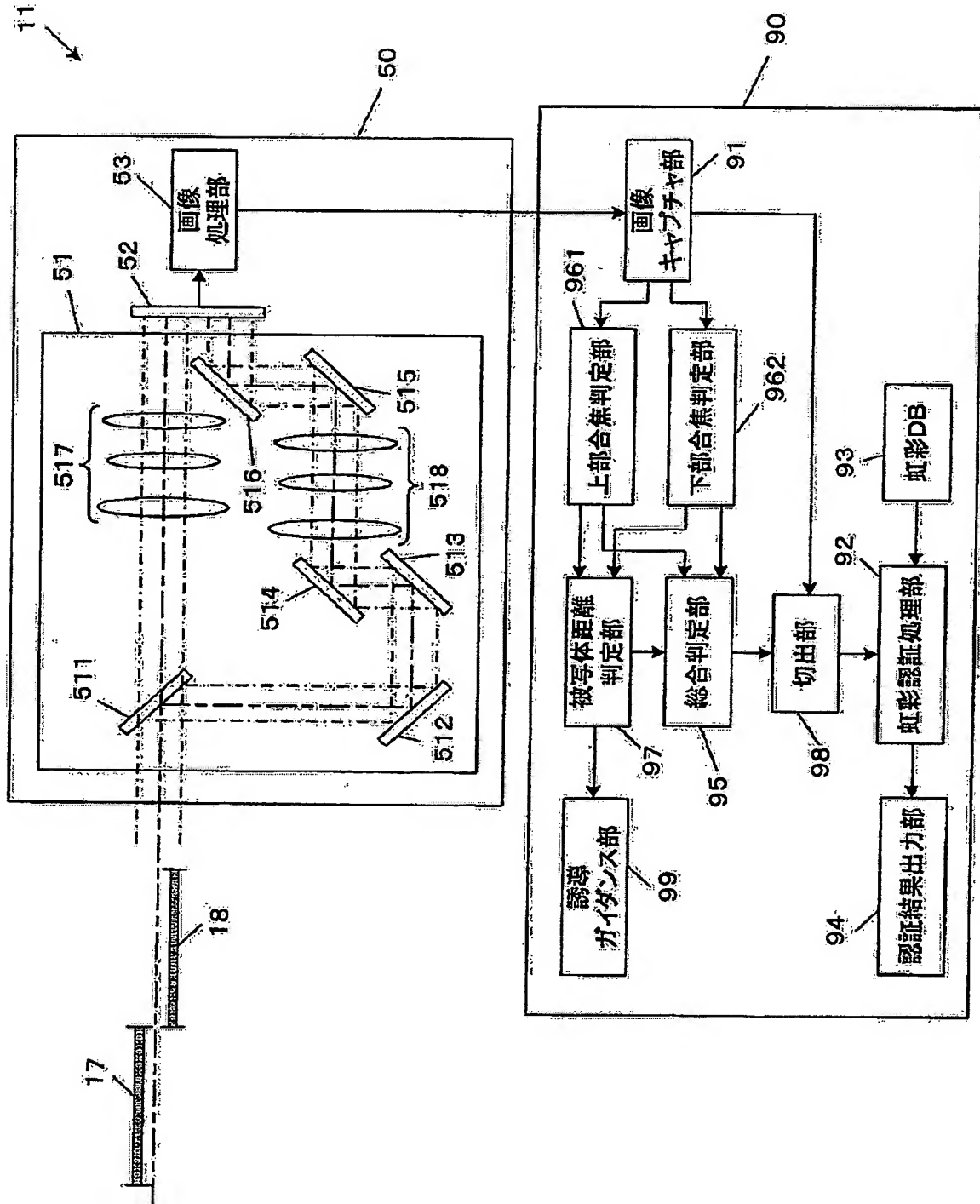
[図23]



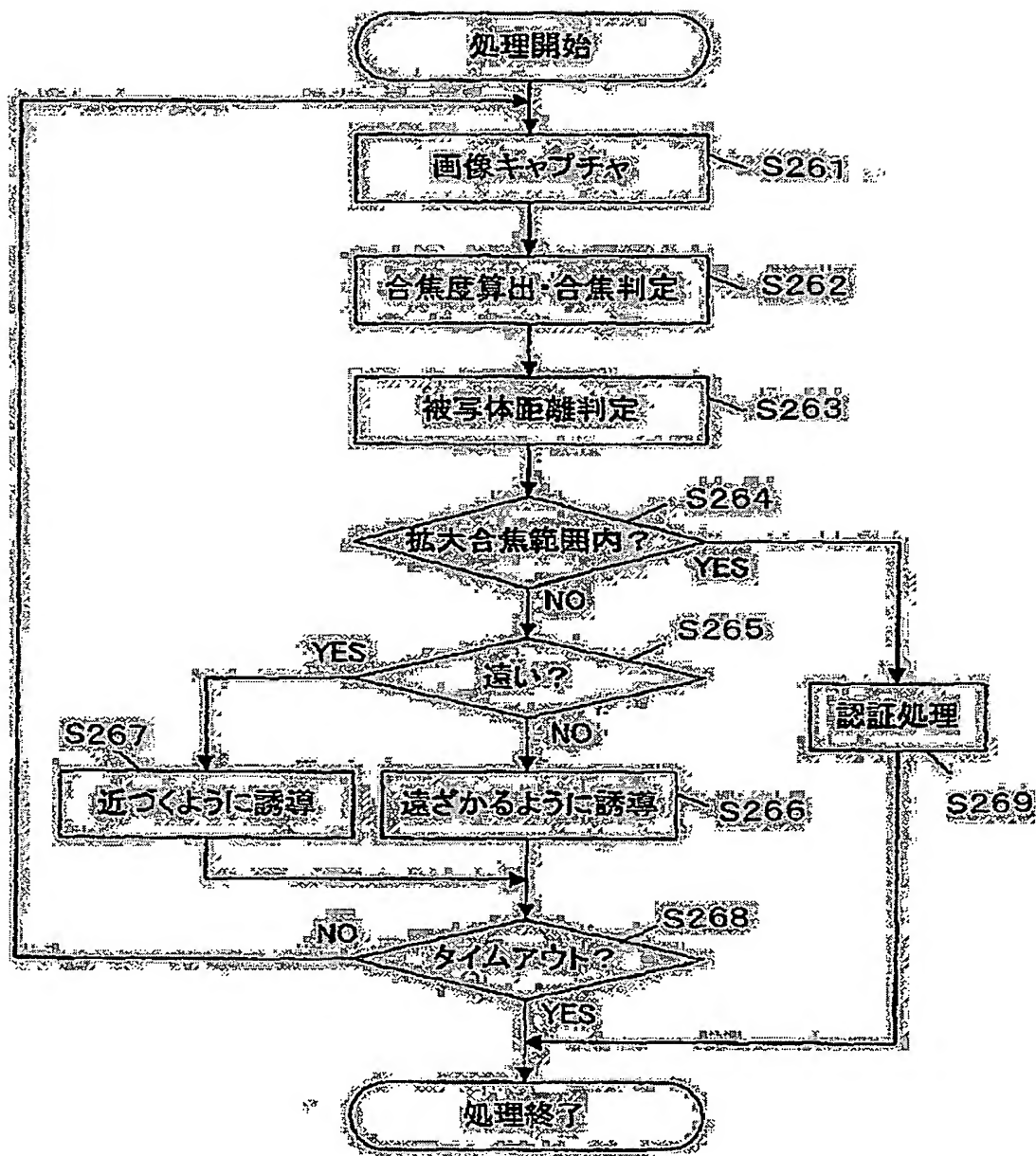
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018951

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G06T1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G06T1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2001-227914 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 August, 2001 (24.08.01), Full text; all drawings & US 2001/0015763 A & EP 1128666 A2	9 1-8, 10-13
Y	JP 2000-259817 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 22 September, 2000 (22.09.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-8, 11-13
Y	JP 2001-257928 A (Kabushiki Kaisha Tekunosonikku), 21 September, 2001 (21.09.01), Full text; Fig. 8 (Family: none)	1-8, 10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 March, 2005 (11.03.05)

Date of mailing of the international search report
29 March, 2005 (29.03.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G06T1/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G06T1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2001-227914 A (松下電器産業株式会社) 2001.08.24 全文, 全図 & US 2001/0015763 A1 & EP 1128666 A2	9 1-8, 10-13
Y	JP 2000-259817 A (沖電気工業株式会社) 2000.09.22 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8, 11-13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.03.2005

国際調査報告の発送日

29.3.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

廣島 明芳

5H

9853

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-257928 A (株式会社テクノソニック) 2001.09.21 全文, 図8 (ファミリーなし)	1-8, 10